BIOÉNERGIE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE
ÉVALUATION RAPIDE (BEFS RA)

Manuel d'Utilisation

HUILE VÉGÉTALE BRUTE

Les appellations employées dans ce produit d'information et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) aucune prise de position quant au statut juridique ou au stade de développement des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. La mention de sociétés déterminées ou de produits de fabricants, qu'ils soient ou non brevetés, n'entraîne, de la part de la FAO, aucune approbation ou recommandation desdits produits de préférence à d'autres de nature analogue qui ne sont pas cités.

Les opinions exprimées dans ce produit d'information sont celles du/des auteur(s) et ne reflètent pas nécessairement les vues ou les politiques de la FAO.

© FAO, 2014

La FAO encourage l'utilisation, la reproduction et la diffusion des informations figurant dans ce produit d'information. Sauf indication contraire, le contenu peut être copié, téléchargé et imprimé aux fins d'étude privée, de recherches ou d'enseignement, ainsi que pour utilisation dans des produits ou services non commerciaux, sous réserve que la FAO soit correctement mentionnée comme source et comme titulaire du droit d'auteur et à condition qu'il ne soit sous-entendu en aucune manière que la FAO approuverait les opinions, produits ou services des utilisateurs.

Toute demande relative aux droits de traduction ou d'adaptation, à la revente ou à d'autres droits d'utilisation commerciale doit être présentée au moyen du formulaire en ligne disponible à www.fao.org/contact-us/licence-request ou adressée par courriel à copyright@fao.org.

Les produits d'information de la FAO sont disponibles sur le site web de la FAO (www.fao.org/publications) et peuvent être achetés par courriel adressé à publications-sales@fao.org.

Évaluation Rapide BEFS

Module Options d'Utilisation Finale de l'Énergie

Sous-Module Électrification Rurale

Section 2 : Huile Végétale Brute

Manuel d'Utilisation

Remerciements

L'Évaluation Rapide BEFS (BEFS RA) est le résultat d'un effort d'équipe auquel ont contribué les auteurs suivants (classés par ordre alphabétique)[1]: Giacomo Branca (Université de la Tuscia, Viterbo), Luca Cacchiarelli (Université de la Tuscia, Viterbo), Carlos A. Cardona (Université Nationale de la Colombie à Manizales), Erika Felix, Arturo Gianvenuti, Ana Kojakovic, Irini Maltsoglou, Jutamanee Martchamadol, Luis Rincon, Andrea Rossi, Adriano Seghetti, Florian Steierer, Heiner Thofern, Andreas Thulstrup, Michela Tolli, Monica Valencia (Université Nationale de la Colombie à Manizales) et Stefano Valle (Université de la Tuscia, Viterbo).

Des contributions et des apports ont également été reçus de Renato Cumani, Amir Kassam, Harinder Makkar, Walter Kollert, Seth Meyer, Francesco Tubiello et son équipe, Alessio d'Amato (Université de Rome, Tor Vergata) et Luca Tasciotti.

Nous tenons à remercier le Groupe de Travail sur la Bioénergie et la Sécurité Alimentaire du Malawi[2], ainsi que le National Biofuels Board[3] et son Groupe de Travail Technique des Philippines pour leur implication dans les essais pilotes de BEFS RA et leur feedback utile. Nous tenons également à exprimer notre gratitude à Rex B. Demafelis et son équipe de l'Université des Philippines de Los Baños pour leur précieux soutien lors de l'essai pilote.

L'Évaluation Rapide BEFS a bénéficié des commentaires fournis lors d'une réunion d'examen par les pairs qui s'est tenue au siège de la FAO en Février 2014 par Jonathan Agwe (International Fund for Agricultural Development); Adam Brown (International Energy Agency); Michael Brüntrup (German Institute for Development Policy); Tomislav Ivancic (Commission Européenne); Gerry Ostheimer (UN Sustainable Energy for All); Klas Sander (World Bank); James Thurlow (International Food Policy Research Institute); Arnaldo Vieira de Carvalho (Inter-American Development Bank); Jeremy Woods (Imperial College, University of London) et Felice Zaccheo (Commission Européenne). Des commentaires utiles ont également été fourni par Duška Šaša (Energy Institute Hrvoje Požar, Zagreb).

En outre, nous tenons à exprimer notre sincère gratitude à Monique Motty et Ivonne Cerón Salazar pour leur aide dans la finalisation des outils et des documents.

Le travail a été réalisé dans le cadre du projet de l'Évaluation Rapide BEFS (GCP/GLO/357/GER) financé par le Ministère Fédéral Allemand de l'Alimentation et l'Agriculture (BMEL).

[1] Sauf indication contraire, tous les auteurs étaient affiliés à la FAO au moment de leur contribution.

[2] Le Groupe de Travail BEFS au Malawi comprend les membres suivants: Ministry of Energy, Ministry of Lands, Housing, and Urban Development, Ministry of Finance, Ministry of Agriculture and Food Security, Ministry of Environment and Climate Change and Department of Forestry, Ministry of Industry and Trade, Ministry of Economic Planning and Development, Ministry of Labour and Vocational Training, Ministry of Transport and Public Infrastructure, Ministry of Information and Civic Education, Ministry of Local Government and Rural Development.

[3] Le National Biofuels Board est présidé par le Secretary of Department of Energy et comprend les members suivants: Department of Trade and Industry, Department of Science and Technology, Department of Agriculture, Department of Finance, Department of Labor and Employment, Philippine Coconut Authority, Sugar Regulatory Administration.

Volumes du Manuel d'Utilisation de BEFS RA

I. Introduction à l'Approche et aux Manuels

II. Module Situation du Pays

III. Module Ressources Naturelles

1. Cultures

    Section 1 : Production de Cultures

    Section 2 : Budget de Cultures

2. Résidus Agricoles

    Résidus de Cultures et Résidus d'Élevage

3. Combustibles Ligneux et Résidus de Bois

    Section 1 : Exploitation Forestière et Résidus de Transformation du Bois

    Section 2 : Budget de Plantation de Combustibles Ligneux

IV. Module Options d'Utilisation Finale d'Énergie

1. Produits Intermédiaires ou Finaux

    Section 1 : Briquettes

    Section 2 : Granulés de Bois

    Section 3 : Charbon de Bois

2. Chauffage et Cuisson

    Biogaz Communautaire

3. Électrification Rurale

    Section 1 : Gazéification

    Section 2 : Huile Végétale Brute

    Section 3 : Combustion

4. Chaleur et Électricité

    Section 1 : Cogénération

    Section 2 : Biogaz Industriel

5. Transport

    Éthanol et Biodiesel

Table des Matières

1 Vue d'Ensemble du Module Options d'Utilisation Finale d'Énergie 3
2 La *Composante HVB* 5
3 Termes et Définitions dans la *Composante HVB* 7
4 Champ d'Application et Objectif de la Composante 8
5 Utilisation de la *Composante HVB* 10
5.1 Étape 1: La demande en énergie 12
5.2 Étape 2: Définir la matière première 12
5.3 Étape 3: Définir le prix de l'électricité 15
5.4 Étape 4: Coût de production et paramètres financiers 17
5.5 Étape 5: Calcul du coût de production d'électricité 18
6 Hypothèses et Limites de la *Composante HVB* 21
7 Les Résultats de la *Composante HVB* 21
7.1 Vue d'ensemble du calcul des coûts de production (facultatif) 21
7.2 Le sommaire des résultats sur les matières premières 23
7.3 Le résumé des résultats comparatifs 26
8 Annexe 28
8.1 Méthodologie et résultats 28
8.1.1 Le calcul des coûts des intrants requis 28
8.1.2 Le calcul des coûts de la main-d'œuvre nécessaire 30
8.1.3 Le calcul des coûts de transports 30
8.1.4 Le calcul des coûts de stockage 31
8.1.5 Calcul des coûts fixes 31
8.1.6 Calcul des autres coûts 33
8.1.7 Le calcul du coût total de production et du coût par unité d'électricité 34
8.1.8 Calcul du chiffre d'affaires du projet 34
8.2 Les données requises pour utiliser l'outil 34
9 Références 37

Listes des Figures

Figure 1: La Structure du Module Utilisation Finale de l'Énergie 3
Figure 2: Système de Biomasse HVB pour une Production d'Énergie en Milieu Rural 5
Figure 3: Structure des Feuilles Résultats de HVB....7
Figure 4: Outil d'Évaluation Rapide pour la Composante Électrification Rurale....9
Figure 5: Le Déroulement de l'Analyse de la *Composante HVB* et les Relations avec d'Autres Modules et Composantes de BEFS RA....11
Figure 6: La Demande en Énergie....12
Figure 7: Sélection des Matières Premières....12
Figure 8: Coût de Stockage de Matières Premières 14
Figure 9: Calculateur de Stockage des Matières Premières....15
Figure 10: Prix de l'Électricité - Méthode 1 16
Figure 11: Prix de l'Électricité - Méthode 2 17
Figure 12: Intrants Générales 17
Figure 13: Calcul des Coûts de Production....19
Figure 14: Les Coûts de Traitement pour l'Extraction de Pétrole et la Production d'Énergie....19
Figure 15: Détail des Coûts de Production de L'électricité par Capacité de Production d'Électricité....22
Figure 16: Les Résultats au Coût de Production et d'Investissement 24
Figure 17: Les Résultats d'Exploitation....25
Figure 18: Résultats de l'Analyse Financière 25
Figure 19: Mise en Page des Résultats Comparatifs 27

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Estimation du Coût de Stockage dans des Bacs en Acier....14
Tableau 2 : Équations des Coûts des Intrants 28
Tableau 3 : Coûts de la Main-d'œuvre et Équations de Coûts Divers....30
Tableau 4 : Transport d'Équations de Coûts de Matières Premières....30
Tableau 5 : Équations des Coûts de Stockage 31
Tableau 6 : Équations de Coûts Fixes 32
Tableau 7 : Autres Équations....33
Tableau 8 : Total des Équations des Coûts de Production 34
Tableau 9 : Équations sur les Revenus Potentiels 34
Tableau 10 : Les Données Requises pour Utiliser l'Outil 35

1 Vue d'Ensemble du Module Options d'Utilisation Finale d'Énergie

Comme expliqué dans l'introduction générale du manuel de formation BEFS RA, le module *Options d'Utilisation Finale de l'Énergie* est utilisé pour évaluer la viabilité techno-économique et socio-économique de différentes filières de production de bioénergie. Le module est divisé en cinq sections qui sont : Produits Intermédiaires ou Finaux, Chauffage et Cuisson, Électrification Rurale, Chaleur et Électricité et Transport. Chacun des sous-modules comprend un choix des composantes d'analyse pour évaluer la production de biocarburants spécifiques basés sur les technologies de traitement particulier, comme illustré sur la Figure 1. Ce module se base sur l'information générée dans le module *Ressources Naturelles* par rapport au type et à la quantité de matière première disponible. Pour une description plus détaillée du module il faut se référer à l'introduction générale du manuel de formation.

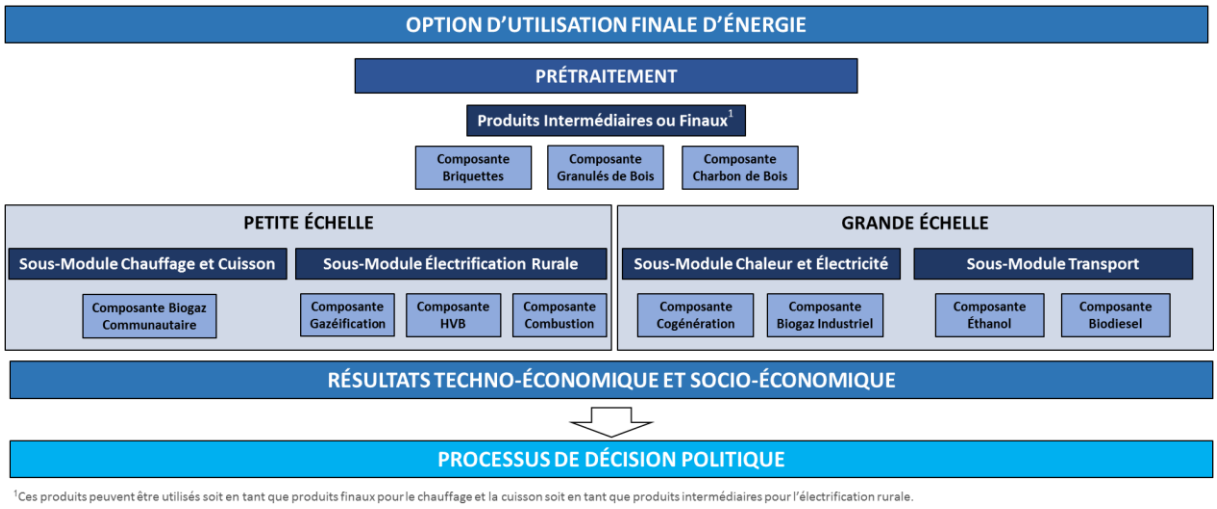


Figure 1: La Structure du Module Utilisation Finale de l'Énergie

Une description générale de chacun des sous-modules et de leurs composantes d'analyse respectives est présentée ci-dessous. Une discussion plus détaillée sur chacun des volets de l'analyse sera présentée dans le manuel utilisateur.

Le sous-module **Produits Intermédiaires ou Finaux** est utilisé pour évaluer la viabilité de la production de briquettes, granulés de bois et charbon de bois. La composante **Briquettes/Granulés de Bois** est utilisée pour évaluer le développement potentiel de la production de briquettes afin de fournir de l'énergie destinée au chauffage et à la cuisson dans les ménages ruraux et urbains. L'objectif de l'analyse est de fournir des informations sur le coût de production, les besoins en biomasse, la viabilité financière et les paramètres sociaux pour aider les utilisateurs dans leur décision de promouvoir la production de briquettes dans le pays. La composante **Charbon de Bois** est utilisée pour comparer les technologies de production de charbon de bois existantes avec les technologies améliorées et plus efficaces. Le but de l'analyse est d'évaluer le coût initial d'investissement des technologies améliorées, la viabilité financière du point de vue des producteurs de charbon de bois et les avantages sociaux et environnementaux que les technologies améliorées peuvent avoir par rapport aux technologies de production de charbon de bois existantes. Les résultats obtenus par l'analyse renseignent l'utilisateur sur les obstacles potentiels relatifs à l'adoption par les producteurs de technologies de charbon de bois améliorées.

Le sous-module **Chauffage et Cuisson** est utilisé pour évaluer la viabilité de la production de biogaz au niveau communautaire. La composante **Biogaz Communautaire** est utilisée pour évaluer le développement potentiel de la production de biogaz à partir du bétail au niveau des ménages et des communautés et compare trois différents types de technologie. La composante fournit des informations sur: 1) la quantité de biogaz qui peut être produite sur la base de la disponibilité du fumier, 2) la taille du biodigesteur nécessaire pour exploiter l'énergie, 3) le coût d'installation de trois types de technologies de biodigesteur. Ce volet fournit également des paramètres socio-économiques et financiers pour aider l'utilisateur à comprendre les possibilités et les conditions nécessaires au déploiement de la technologie biogaz dans leur pays.

Le sous-module **Électrification Rurale** est utilisé pour évaluer la viabilité de l'approvisionnement en électricité à partir de ressources de biomasse locales dans les zones reculées qui n'ont pas accès au réseau électrique. Le sous-module est composé de trois voies technologiques décentralisées pour l'électrification, à savoir : la gazéification, l'utilisation d'huile végétale brute (HVB) et la combustion. Les résultats de ce sous-module génèrent des estimations du coût de la production et distribution d'électricité, calcule la viabilité financière de l'électrification et informe sur les résultats sociaux et économiques associés à chaque voie alternative de technologie. La composante **Gazéification** analyse la combustion partielle de la biomasse pour produire un mélange de gaz qui est ensuite brûlé dans des moteurs à gaz pour produire de l'électricité. Le volet **Huile Végétale Brute (HVB)** s'appuie sur la composante des cultures agricoles dans le module Ressources Naturelles. Il évalue le potentiel de substitution du diesel par l'HVB dans les générateurs pour produire de l'électricité. La composante **Combustion** évalue la combustion de la biomasse pour produire du carburant qui fait tourner une turbine à vapeur afin de produire de l'électricité.

Le sous-module **Chaleur et Électricité** est utilisé pour évaluer la viabilité de la production d'électricité et de chaleur à partir de sources locales de biomasse. i Le sous-module est composé de deux voies technologiques décentralisées pour l'électrification et la chaleur, à savoir : la cogénération et le biogaz industriel. Les résultats de ce sous-module génèrent des estimations du coût de la production et distribution d'électricité et de chaleur, calcule la viabilité financière de l'électrification/chaleur et informe sur les résultats sociaux et économiques associés à chaque voie alternative de technologie. La composante **Cogénération** examine le potentiel de la production simultanée de chaleur et d'électricité à partir d'une source de biomasse, ce qui permet à l'utilisateur d'analyser une usine de production intégrée ou d'analyser le fonctionnement autonome d'un pur réseau électrique. La composante **Biogaz Industriel** évalue le potentiel de développer une industrie de biogaz pour l'électricité, la chaleur, la cogénération ou le biogaz amélioré. Ceci est fait en utilisant des eaux usées, les matières solides de haute ou faible humidité ou une combinaison des deux. Toutes les filières technologiques sont basées sur des technologies simples et facilement accessibles qui peuvent être facilement adaptables aux zones rurales éloignées.

Le sous-module **Transport** est utilisé pour évaluer la viabilité de la production de biocarburants liquides pour le transport, à savoir l'éthanol et le biodiesel. L'analyse s'appuie sur les résultats générés par les composants des ressources naturelles en termes de disponibilité des matières premières et sur le budget de la culture. Les outils couvrent l'éthanol et le biodiesel. Dans les sections de l'éthanol, les utilisateurs peuvent évaluer le potentiel de développement de l'industrie de l'éthanol dans le pays. De même, dans la section de biodiesel, peut être évalué le potentiel de développement de l'industrie du biodiesel. Les analyses donnent des résultats sur les estimations de coûts pour la production de biocarburant choisi en fonction de l'origine des matières premières , à

savoir les petits exploitants , la combinaison petits exploitants/concessions ou commerciales et selon quatre capacités de production prédéfinies , à savoir 5, 25, 50 et 100 millions de litres/an[4]. Les résultats comprennent également des informations sur la faisabilité économique et les paramètres socio-économiques. Dans cette composante, l'utilisateur a la possibilité d'inclure dans l'évaluation une analyse des émissions de GES qui couvre l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement des biocarburants sélectionnés.

Une autre option pour les utilisateurs consiste à utiliser la **Calculatrice de Prétraitement** avant d'utiliser les outils d'Utilisation Finale d'Énergie[5]. Cela permet à l'utilisateur de calculer les coûts supplémentaires de prétraitement de la biomasse sélectionnée afin d'obtenir les conditions spécifiques requises pour la conversion de la biomasse finale pour l'utilisation finale d'énergie.

2 La *Composante HVB*

La *Composante Huile Végétale Brute (HVB)* est conçue pour évaluer le potentiel de développement de systèmes de production d'électricité qui alimenteront les zones rurales sans accès à l'électricité en utilisant l' HVB comme source de carburant. Ces systèmes sont évalués en comparant trois capacités typiques de production d'électricité (10 kW, 40 kW et 100 kW). Les limites de la *Composante HVB* sont représentées dans la Figure 2. L'outil est basé sur une compilation bibliographique, qui comprend des articles scientifiques, des études et des rapports sur les enquêtes menées dans différents pays ainsi que des recueils de consultations techniques sur les limites des bilans énergétiques de masse des systèmes envisagés. Les hypothèses et les calculs détaillés utilisés pour développer l'outil sont présentés dans ce manuel.

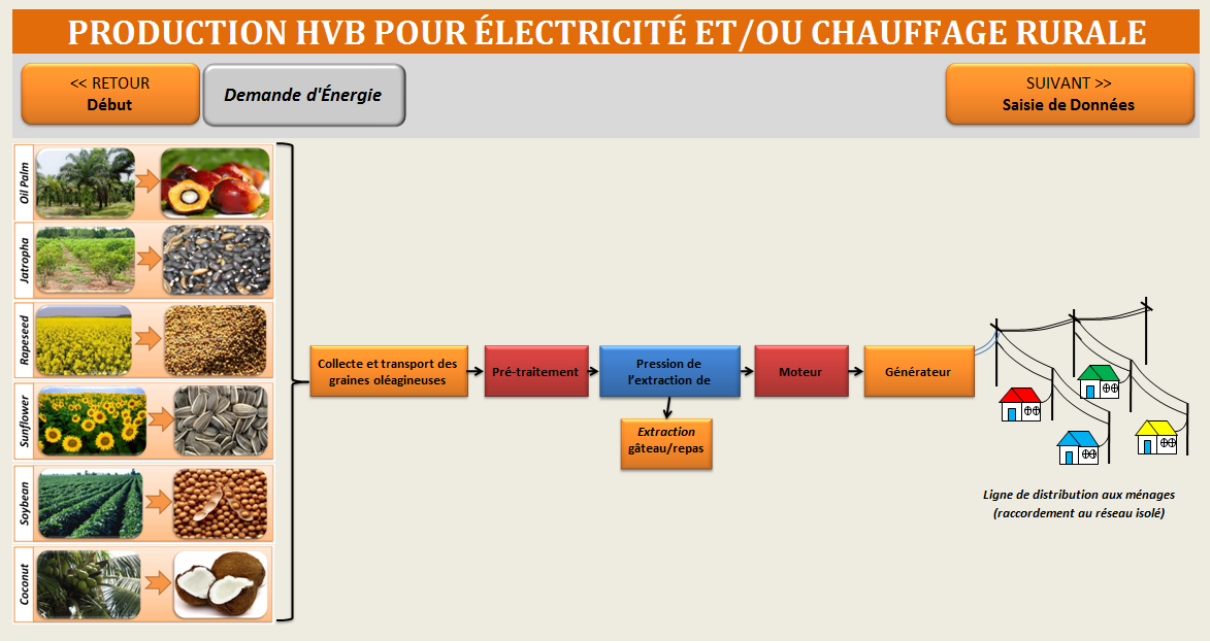


Figure 2: Système de Biomasse HVB pour une Production d'Énergie en Milieu Rural

[4] La sélection des capacités prédéfinies des usines est basée sur une analyse bibliographique; voir le manuel sur le Transport pour plus de détails.

[5] La Calculatrice de Prétraitement peut être utilisée avant d'utiliser les outils d'Utilisation Finale d'Énergie. Les exceptions sont les *Outils Biogaz Communautaire et Transport* car ces outils comprennent déjà le prétraitement.

À la fin l'analyse, l'utilisateur aura une indication sur ce qui suit : 1) la consommation en matières premières et la superficie requise pour produire suffisamment de matières premières pour subvenir au besoin des usines d'électrification HVB à différentes capacités ; 2) le nombre potentiel d'usines d'électrification HVB qui peuvent être développées dans le pays sur la base de disponibilité de la biomasse ; 3) le coût d'investissement nécessaire pour mettre en place chaque usine et le coût de production associé à chaque kWh pour chaque échelle de production ; 4) le nombre de ménages qui pourraient être fournis en électricité; 5) la création d'emplois potentielle et la viabilité financière associée à chaque niveau de la production comme indiqué dans la Figure 3. L'utilisateur pourra également effectuer des comparaisons entre différentes matières premières oléo-chimiques , les capacités des usines à identifier les sources de biomasse et la taille d'usine les plus appropriées en fonction d'un certain nombre de facteurs, notamment la disponibilité physique en matière première, la viabilité économique et les aspects sociaux.

SOMMAIRE DES RÉSULTATS DE HVB + ELECTRIFICATION RURALE DE TOURNESOL
Résultats Générales par Matières Premières
Résultats des Coûts de Production et d'Investissement:
Coût de production de l'électricité, Part de la production et Coût total de l'investissement
Résultats d'Exploitation:
Consommation de biomasse, Zone de la biomasse, Nombre potentiel d'usine de HVB, Nombre de ménages qui peut être approvisionné et Création totale d'emplois
Analyse Financière – Avant Taxes:
Valeur Actuelle Nette (VAN) et Taux de Rendement Interne (TRI)
SOMMAIRE COMPARATIFS DES RÉSULTATS DE HVB + ELECTRIFICATION RURALE
Résultats Comparatifs des Capacités
Résultats Techno-Économiques:
Coût de production d'électricité, Production nette d'électricité, Facteur d'utilisation de la capacité et Nombre de centrales de HVB
Résultats Socio-Économiques:
Nombre total d'emplois créés, Nombre total de ménages desservies
Analyse Financière – Avant Taxes:
Valeur Actuelle Nette (VAN) et Taux de Rendement Interne (TRI)

Figure 3: Structure des Feuilles Résultats de HVB

3 Termes et Définitions dans la *Composante HVB*

Cette section contient les définitions des termes spécifiques utilisés dans la *Composante HVB* de l'outil. Il est important de comprendre ces définitions afin d'interpréter correctement les résultats.

- **Les matières premières oléo-chimiques** comprennent un certain nombre de cultures oléagineuses comestibles et non-comestibles (il y a plus de 350 espèces de plantes oléagineuses, avec des milliers de sous-espèces), de graisses et d'huiles animales, d'huiles recyclées ou usagées, des sous-produits de l'huile comestible et des industries de produits laitiers. Les matières premières oléo-chimiques jouent un rôle de plus en plus important dans la société, à la fois comme un produit alimentaire comestible et à des fins industrielles. Un des produits les plus importants et bien connus obtenu à partir de ces matières premières est les huiles végétales (Bart, Palmeri et al., 2010). Les coproduits obtenus à partir de résidus d'extraction utilisés comme repas (dans le cas des oléagineux) fournissent une source d'alimentation riche en énergie et importante du point de vue nutritionnel (Mailer, 2004).
- **HVB** est un acronyme pour les huiles végétales brutes. Il s'agit d'un terme utilisé pour décrire les huiles végétales sans modifications chimiques utilisées directement comme combustible dans les moteurs à combustion interne. Les HVB sont largement utilisées dans certains pays, en remplacement du biodiesel dans les programmes d'électrification rurale et dans le cadre de mandats de biocarburants en raison des faibles besoins de transformation requis. Cependant, pour une utilisation appropriée, les moteurs HVB doivent être modifiés afin de pouvoir opérer avec des huiles végétales à viscosité et point d'inflammabilité élevés qui peuvent causer des problèmes de solidification et à long terme entrainer l'endommagement du moteur.
- **Les moteurs diesel modifiés** se réfèrent aux moteurs diesel conventionnels qui ont subi une modification interne des vannes, systèmes de pompe et conduits pour appuyer les opérations HVB. Les moteurs diesel modifiés sont utilisés dans les projets d'électrification rurale, montés sur des plateformes multifonctionnelles auxquelles sont reliés des générateurs d'énergie (Rordorf, 2011).
- **L'analyse HVB** comprend les étapes suivantes: la collecte des matières premières oléo-chimiques (biomasse), le transport et le stockage de l'usine HVB. La première étape comprend les opérations de prétraitement, où les matières premières oléo-chimiques sont séchées pour éliminer l'excès d'humidité et/ou broyées pour réduire leur taille. Après les opérations de prétraitement, le résidu de biomasse est prêt pour l'extraction mécanique de HVB. L'huile végétale obtenue passe par la suite au système de nettoyage et est ensuite injectée dans un moteur diesel modifié pour la production d'électricité. Le moteur diesel modifié génère de l'électricité qui est distribuée aux ménages dans un lieu donné.

4 Champ d'Application et Objectif de la Composante

L'objectif de la *Composante HVB* est d'évaluer la faisabilité à développer des systèmes de production d'électricité à base de HVB pour approvisionner les zones rurales où l'extension du réseau électrique national n'est pas économiquement ou physiquement viable. Il fournit à l'utilisateur une base technique pour effectuer une analyse des systèmes HVB à différentes échelles, considérant différents types de matières premières oléo-chimiques. Les résultats de l'analyse peuvent être utilisés pour identifier la viabilité de la production HVB en termes de matière première la plus appropriée, viabilité financière des différents systèmes de production, capacité de production optimale et avantages socio-économiques qui peuvent être obtenus pour chaque système de production. Les informations générées par l'analyse peuvent également être utilisées comme base de départ pour discuter des stratégies possibles pour promouvoir le développement des systèmes de production d'électricité à base de HVB dans les zones rurales qui actuellement n'ont pas accès à l'électricité.

La section suivante décrit le déroulement de l'analyse et les options de cette composante. La méthodologie de base pour évaluer le stockage de la biomasse et l'analyse financière HVB est décrite en détail dans l'Annexe.

OUTIL D'EVALUATION RAPIDE POUR ÉLECTRICITÉ ET/OU CHAUFFAGE RURALE - HVB
Description du HVB et de l'Électrification Rurale
Saisie de Données
SUIVANT >>
Demande d'Énergie
Déni de Responsabilité
La FAO décline toute responsabilité quant aux erreurs ou défauts des textes du présent site et des bases de données y afférentes, ainsi que pour les dommages pouvant en résulter. La FAO décline également toute responsabilité quant à la mise à jour des données et se dégage de toute responsabilité quant aux erreurs ou omissions concernant les données fournies. Les utilisateurs sont toutefois invités à signaler toute erreur ou lacune de ce produit à la FAO. Les choix des calculs faits dans le présent outil sont celles du/des auteur(s) et ne reflètent pas nécessairement les choix et opinions de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO).
© FAO, 2014

Figure 4: Outil d'Évaluation Rapide pour la Composante Électrification Rurale

5 Utilisation de la *Composante HVB*

Le déroulement de l'analyse au sein de la *Composante HVB* et les relations avec les autres composantes est représenté dans la Figure 5. L'utilisateur a le choix de sélectionner les composantes d'analyse dans un ordre différent ou même omettre certains éléments. Il est toutefois fortement recommandé que l'utilisateur suit l'ordre de l'analyse comme décrit ci-dessous, étant donné que la *Composante HVB* s'appuie sur les informations générées dans le module *Ressources Naturelles* et certaines informations peuvent renvoyer à d'autres modules pour contextualiser les résultats de l'analyse. Les résultats de cette composante sont essentiels à la compréhension de l'analyse. Lors de l'interprétation des résultats, l'utilisateur doit prendre en compte tous les facteurs fiables, notamment ceux qui font références aux aspects liés à la sécurité alimentaire, au commerce agricole et à l'utilisation durable des ressources naturelles.

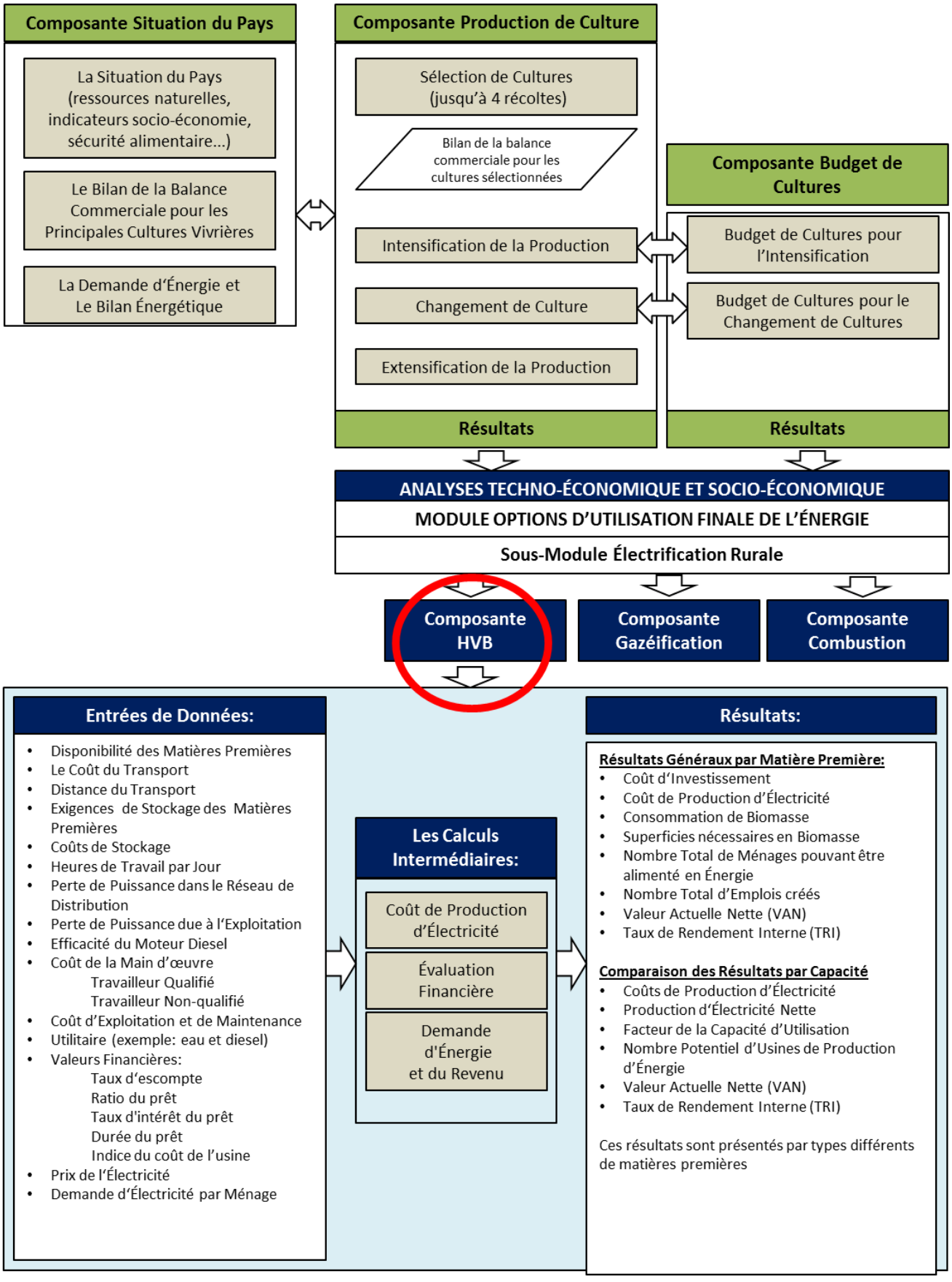

Composante Situation du Pays
La Situation du Pays (ressources naturelles, indicateurs socio-économie, sécurité alimentaire…)
Le Bilan de la Balance Commerciale pour les Principales Cultures Vivrières
La Demande d'Énergie et Le Bilan Énergétique
Composante Production de Culture
Sélection de Cultures (jusqu'à 4 récoltes)
Bilan de la balance commerciale pour les cultures sélectionnées
Intensification de la Production
Changement de Culture
Extensification de la Production
Composante Budget de Cultures
Budget de Cultures pour l'Intensification
Budget de Cultures pour le Changement de Cultures
Résultats
Résultats
ANALYSES TECHNO-ÉCONOMIQUE ET SOCIO-ÉCONOMIQUE
MODULE OPTIONS D'UTILISATION FINALE DE L'ÉNERGIE
Sous-Module Électrification Rurale
Composante HVB
Composante Gazéification
Composante Combustion
Entrées de Données:
Disponibilité des Matières Premières
Le Coût du Transport
Distance du Transport
Exigences de Stockage des Matières Premières
Coûts de Stockage
Heures de Travail par Jour
Perte de Puissance dans le Réseau de Distribution
Perte de Puissance due à l'Exploitation
Efficacité du Moteur Diesel
Coût de la Main d'œuvre
Travailleur Qualifié
Travailleur Non-qualifié
Coût d'Exploitation et de Maintenance
Utilitaire (exemple: eau et diesel)
Valeurs Financières:
Taux d'escompte
Ratio du prêt
Taux d'intérêt du prêt
Durée du prêt
Indice du coût de l'usine
Prix de l'Électricité
Demande d'Électricité par Ménage
Les Calculs Intermédiaires:
Coût de Production d'Électricité
Évaluation Financière
Demande d'Énergie et du Revenu
Résultats:
Résultats Généraux par Matière Première:
Coût d'Investissement
Coût de Production d'Électricité
Consommation de Biomasse
Superficies nécessaires en Biomasse
Nombre Total de Ménages pouvant être alimenté en Énergie
Nombre Total d'Emplois créés
Valeur Actuelle Nette (VAN)
Taux de Rendement Interne (TRI)
Comparaison des Résultats par Capacité
Coûts de Production d'Électricité
Production d'Électricité Nette
Facteur de la Capacité d'Utilisation
Nombre Potentiel d'Usines de Production d'Énergie
Valeur Actuelle Nette (VAN)
Taux de Rendement Interne (TRI)
Ces résultats sont présentés par types différents de matières premières

Figure 5: Le Déroulement de l'Analyse de la *Composante HVB* et les Relations avec d'Autres Modules et Composantes de BEFS RA

L'utilisateur navigue à travers les options et est invité à saisir les données nécessaires pour obtenir les résultats. Lorsque les données requises sont limitées ou non disponibles, l'utilisateur peut utiliser les valeurs par défaut fournies par l'outil. Les touches de navigation sont placées sur le haut et le bas de chaque feuille, indiquant l'étape suivante avec le signe "SUIVANT >>" et permettant à l'utilisateur de revenir à l'étape précédente avec la touche "<< RETOUR".

Les sections suivantes décrivent chaque étape de l'analyse, en utilisant, comme exemple le tournesol, le soja et le jatropha comme matière première pour les HVB qui sont utilisées pour alimenter le système production d'énergie électrique. Tous les paramètres sur les intrants sont basés sur une situation générique.

5.1 Étape 1: La demande en énergie

L'utilisateur doit saisir la consommation d'électricité par ménage (kWh/mois) comme défini dans le module *Situation du Pays* (Figure 6).

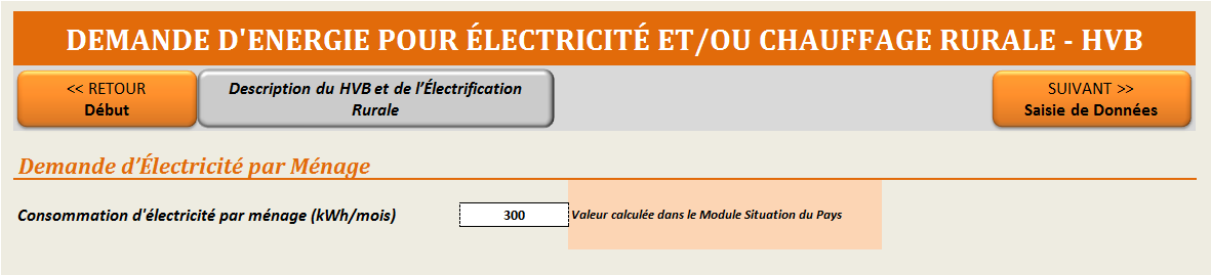


Figure 6: La Demande en Énergie

5.2 Étape 2: Définir la matière première

Etape 2.A sélection de la matière première

L'utilisateur doit:

1. Sélectionner dans le menu déroulant la culture(s) à utiliser pour la production de l'HVB. La liste comprend six cultures à base d'huile. L'utilisateur peut sélectionner jusqu'à quatre matières premières oléo-chimiques qui peuvent être analysées en même temps (Figure 7, étiquette 1).

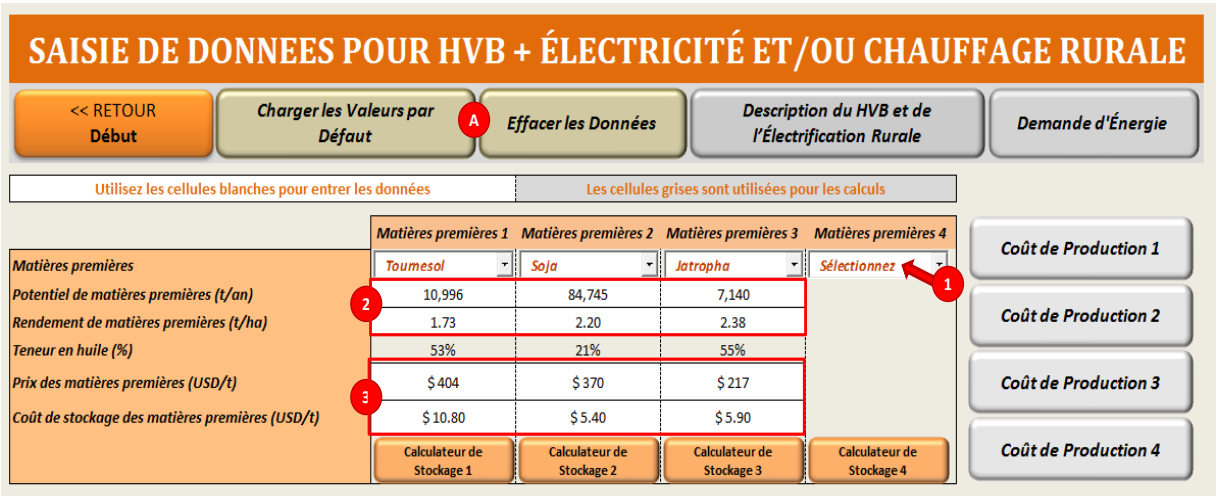


Figure 7: Sélection des Matières Premières

2. Saisir les données sur les matières premières disponibles (t/an) et les rendements (t/ha) des matières premières oléo-chimiques sélectionnés (Figure 7, étiquette 2). *Cette information est générée dans le module Ressources Naturelles.*
3. Entrer les données sur le prix des matières premières (USD/t) oléo-chimiques sélectionnés (Figure 7, étiquette 3). *L'utilisateur peut saisir soit le prix du marché ou les coûts de production qui ont été estimés dans la section du Budget de Cultures du module des Ressources Naturelles.*
4. La teneur en huile (%) ou le pourcentage moyen de la teneur en humidité des matières premières oléo-chimiques sélectionnées est automatiquement généré à partir de la base de données techniques de l'outil.

Pour cet exemple, les matières premières sélectionnées sont : Matière Première 1 "Tournesol", Matière Première 2 "Soja", et Matière Première 3 "Jatropha" (Figure 7).

Étape 2.B Coût de stockage (USD/t)

Étape 2.B.1 L'utilisateur peut saisir les prix actuels de stockage des produits agricoles dans le pays comme une approximation. Le prix doit être saisi dans la cellule respective de chaque matière première (USD/tonne). Si cette information n'est pas disponible, l'utilisateur peut passer à l'étape suivante.

Étape 2.B.2 L'utilisateur peut déterminer une approximation pour cette valeur en suivant les étapes suivantes:

1. Identifier un type de stockage de matières premières relatif aux conditions dans le pays à partir des options présentées dans le Tableau 1.
2. Pour l'option de stockage sélectionnée, voir dans le Tableau 1 le coût de construction global prévu.
3. Entrer la valeur de proxy (USD/tonne/jour) dans la cellule respective pour chaque matière première.

Tableau 1 : Estimation du Coût de Stockage dans des Bacs en Acier

Capacité de Stockage (t)	Coût sans plancher (USD/t/an)	Coût avec plancher en acier (USD/t/an)	Coût avec plancher en béton (USD/t/an)	Coût avec plancher ventilé (USD/t/an)	Coût avec ventilation et chauffage (USD/t/an)
Noix de Coco	$ 6.8	$ 7.3	$ 7.6	$ 8.6	$ 8.9
Jatropha	$ 5.3	$ 5.7	$ 5.9	$ 6.7	$ 6.9
Palmier à Huile	$ 4.8	$ 5.2	$ 5.4	$ 6.2	$ 6.3
Colza	$ 4.4	$ 4.7	$ 4.9	$ 5.6	$ 5.7
Soja	$ 4.8	$ 5.2	$ 5.4	$ 6.2	$ 6.3
Tournesol	$ 9.7	$ 10.4	$ 10.8	$ 12.3	$ 12.7

Calculé à partir de : (State of Michigan, 2003) et (Agriculture and Rural Development of Alberta, 2014)

Pour cet exemple, toutes les matières premières sont stockées dans des bacs avec le plancher en béton. Le coût de stockage est de $10.80 pour le tournesol, 5.40 pour le soja et $5.90 pour le jatroha. L'utilisateur saisit le coût dans les cellules correspondantes comme le montre la Figure 8, étiquette 1.

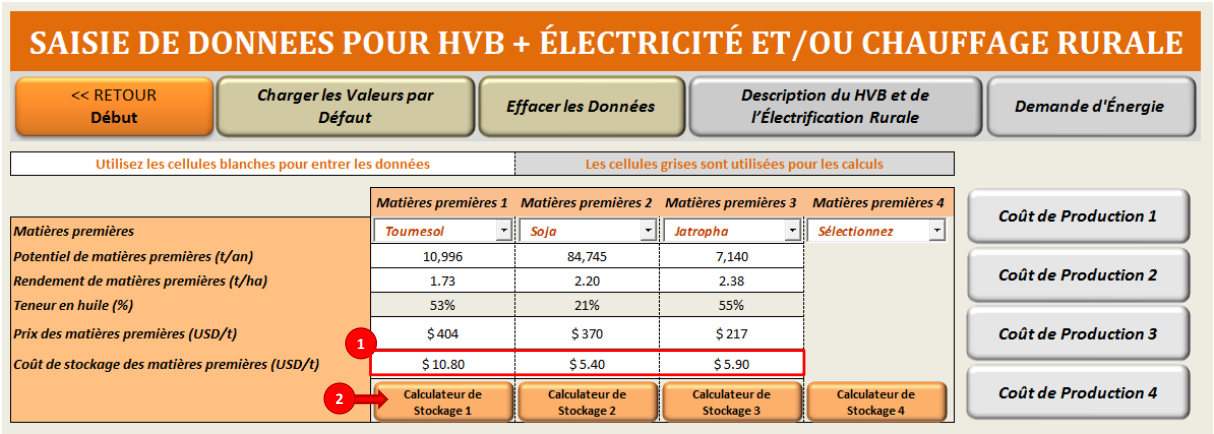


Figure 8: Coût de Stockage de Matières Premières

Étape 2.C.3 Afin de calculer les besoins en capacité de stockage, l'utilisateur doit cliquer sur le "Calculateur de Stockage" (Figure 8, étiquette 2) et sera dirigé vers la calculatrice de Stockage de la Biomasse (Figure 9). Sur cette feuille de calcul, l'utilisateur doit:

1. Sélectionner le mois de la moisson (Figure 9, étiquette 2).
2. Saisir le taux de stock de sécurité de la biomasse (%) qui est le pourcentage de matière première oléo-chimique nécessaire pour assurer l'approvisionnement continu en matières premières pour faire face à l'incertitude de la production telle que la disponibilité saisonnière, les inondations, la sécheresse et d'autres

facteurs. Ce taux (%) est utilisé pour estimer la capacité de stockage (Figure 9, étiquette 1).

3. Cliquer sur "Calculer" (Figure 9, étiquette 3) pour calculer automatiquement la quantité de la capacité de stockage maximale (en tonnes) et de stockage de sécurité minimale (tonnes/mois) requis pour chacune des capacités prédéfinies (Figure 9, étiquette 4).
4. Cliquer sur "OK" pour revenir à la feuille Besoins de Saisie de Données (Figure 9, étiquette 5).
5. Répéter la même étape pour toutes les matières premières.

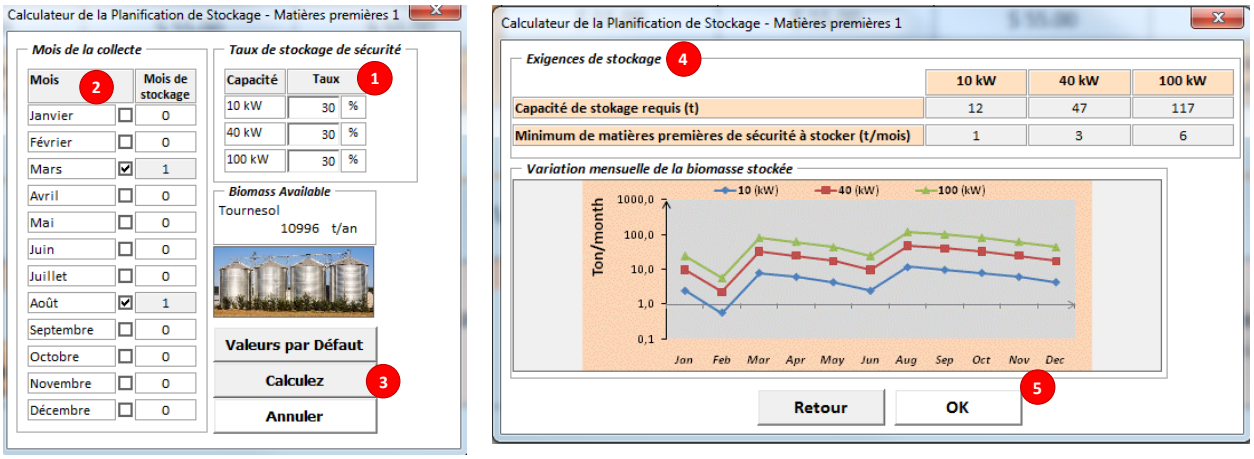


Figure 9: Calculateur de Stockage des Matières Premières

Pour cet exemple de Matière Première 1, la récolte se fait aux mois d'Avril et Août. Par conséquent, la capacité de stockage requise est de 12 t pour obtenir une biomasse suffisante pour une capacité de production de 10 kW. La matière première minimale de sécurité à stocker est de 1 t/mois (Figure 9).

5.3 Étape 3: Définir le prix de l'électricité

Le prix de l'électricité est utilisé pour analyser le chiffre d'affaires total de la production d'électricité par l'installation d'électrification HVB. L'utilisateur sélectionne un procédé pour définir le prix de l'électricité à partir des options suivantes:

A. **Méthode 1:** Utilisation de la calculatrice pour définir le prix de l'électricité sur la base d'un système de générateur diesel. Pour exécuter cette option, l'utilisateur doit:
   1. Sélectionner "Méthode 1" pour définir le prix de l'électricité (Figure 10, étiquette 1).
   2. Cliquer sur "Calculateur de Prix de l'Électricité" (Figure 10, étiquette 2).
   3. Dans "Calculateur de Prix de l'Électricité" saisir les informations suivantes (Figure 10, boite rouge). Cependant, si aucune donnée spécifique n'est disponible, l'outil fournira les valeurs par défaut (Figure 10, étiquette 3).
      - Technologie actuelle d'électricité:
        - Capacité du générateur diesel (kW)
        - Heures de fonctionnement par jour

- Jour de fonctionnement par an
- L'efficacité typique (%)

▪ Paramètres de coûts:

- Coûts du diesel (USD/litre)
- Coût de transport du diesel (USD/t/km)
- Distance de transport (km)
- Coûts d'exploitation et d'entretien (USD/kWh)
- Coût de l'équipement (USD)

4. Une fois toutes les données saisies, cliquez sur "Calculer" (Figure 10, étiquette 4).
5. L'outil fournira le coût comparatif de production d'électricité (Figure 10, étiquette 5). Ce dernier est lié à la feuille de calcul "Saisie de Données" et sera utilisé dans des calculs ultérieurs.

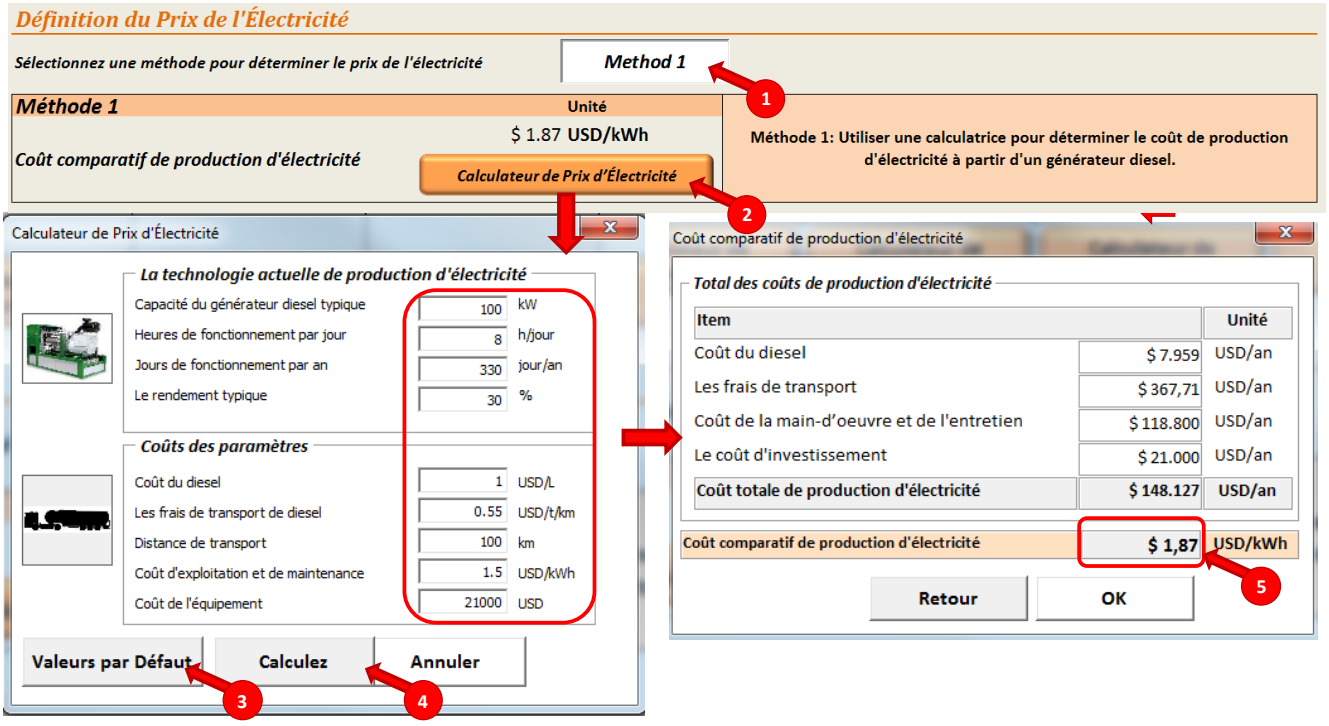

Définition du Prix de l'Électricité
Sélectionnez une méthode pour déterminer le prix de l'électricité
Method 1
1
Méthode 1
Unité
$ 1.87 USD/kWh
Coût comparatif de production d'électricité
Calculateur de Prix d'Électricité
Méthode 1: Utiliser une calculatrice pour déterminer le coût de production d'électricité à partir d'un générateur diesel.
2
Calculateur de Prix d'Électricité
La technologie actuelle de production d'électricité
Capacité du générateur diesel typique 100 kW
Heures de fonctionnement par jour 8 h/jour
Jours de fonctionnement par an 330 jour/an
Le rendement typique 30 %
Coûts des paramètres
Coût du diesel 1 USD/L
Les frais de transport de diesel 0.55 USD/t/km
Distance de transport 100 km
Coût d'exploitation et de maintenance 1.5 USD/kWh
Coût de l'équipement 21000 USD
Valeurs par Défaut
Calculez
Annuler
3
4
Coût comparatif de production d'électricité
Total des coûts de production d'électricité
Item
Unité
Coût du diesel $ 7.959 USD/an
Les frais de transport $ 367,71 USD/an
Coût de la main-d'oeuvre et de l'entretien $ 118.800 USD/an
Le coût d'investissement $ 21.000 USD/an
Coût totale de production d'électricité $ 148.127 USD/an
Coût comparatif de production d'électricité $ 1,87 USD/kWh
5
Retour
OK

Figure 10: Prix de l'Électricité - Méthode 1

B. Méthode 2: Utiliser un prix pour l'électricité identifié par l'utilisateur. L'utilisateur identifie un prix pour l'électricité en USD/kWh. Ce prix peut être le prix actuel du réseau national ou le prix de l'électricité qui est produit à partir des options énergétiques décentralisées par exemple l'énergie solaire, les petites centrales hydroélectriques, etc. Pour utiliser cette analyse, l'utilisateur doit:

Note: Ce prix pourrait inclure les subventions. Il est conseillé de prendre cela en considération et évaluer attentivement la probabilité que ce prix reflète le prix réel payé par les consommateurs ruraux.

1. Sélectionner "Méthode 2" pour définir le prix de l'électricité (Figure 11, étiquette 1).
2. Entrez le prix de l'électricité payé par le client (Figure 11, étiquette 2).

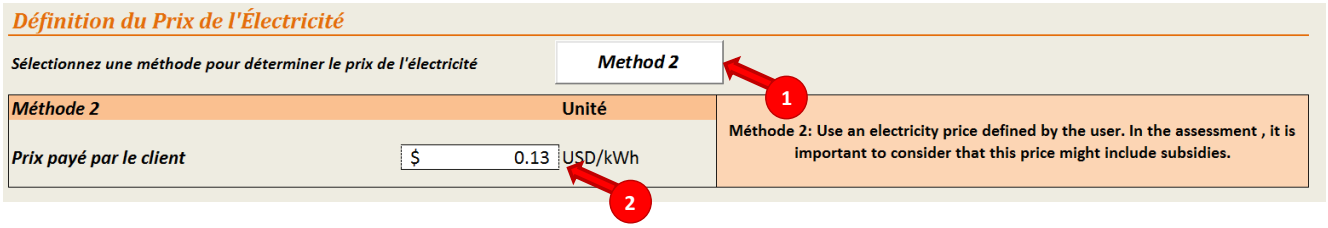

Définition du Prix de l'Électricité
Sélectionnez une méthode pour déterminer le prix de l'électricité
Method 2
1
Méthode 2
Unité
Prix payé par le client
$ 0.13
USD/kWh
Méthode 2: Use an electricity price defined by the user. In the assessment , it is important to consider that this price might include subsidies.
2

Figure 11: Prix de l'Électricité - Méthode 2

Pour cet exemple, l'utilisateur peut utiliser le prix minimum d'électricité payé par les clients qui est de 1.87 USD/kWh (résultat de la Méthode 1, comme indiqué dans la Figure 10) ou 0.13 USD/kWh (la Méthode 2 pour définir le prix payé par client comme le montre la Figure 11) pour des analyses ultérieures.

5.4 Étape 4: Coût de production et paramètres financiers

Les intrants généraux requis pour exécuter les opérations sont présentés sur la Figure 12. L'utilisateur devra fournir des données sur:

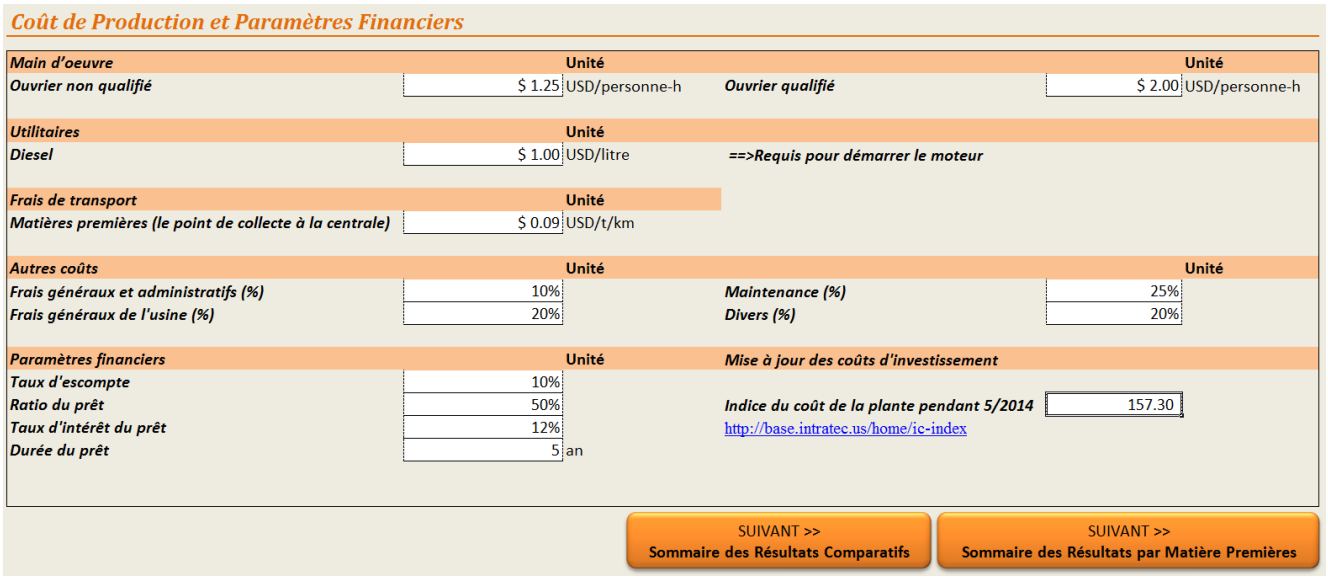


Figure 12: Intrants Générales

1. **Coût de la main-d'œuvre (USD/personne-heure)**: le salaire des travailleurs qualifiés et non-qualifiés (USD/personne/heure). Ce paramètre est nécessaire pour calculer le coût du processus de production de l'électricité.
2. **Coût des services publics:** le prix du diesel nécessaire pour le démarrage. Ce prix sera saisi directement par l'utilisateur dans la cellule correspondant (USD/litre).
3. **Le coût de transport des matières premières (USD/t/km)**: pour déterminer le coût de transport de la matière première du point de la collecte à l'usine HVB d'électrification, l'utilisateur devra:
   - Identifier les méthodes actuelles de transport généralement utilisées pour transporter les produits agricoles dans le pays.
   - Définir les prix de transport actuels liés à la méthode de transport identifiés ci-dessus en USD/tonne/kilomètre.

Conseils: Si le mode de transport est à pied ou à vélo. Il est recommandé d'estimer le coût en utilisant le coût de la main-d'œuvre par heure, temps de travail, la quantité de matériau qui peut être transporté et les kilomètres approximatifs qui peuvent être parcourus en vertu de la méthode choisie par l'équation suivante:

Frais de transport (USD/t/km)

$$= \frac{\text{Les salaires horaires (USD/heure/personne) x temps de travail (heures)}}{\text{Distance de transport (km) x transport matières premières (t/personne)}}$$

4. **Autres coûts (%):** L'utilisateur entre le pourcentage :
   - Frais généraux et administratifs,
   - Frais généraux de l'usine,
   - Coût de maintenance et
   - Coût divers.

Ces paramètres sont utilisés pour estimer le coût de production d'électricité.

5. **Paramètres financiers :** L'utilisateur identifie les valeurs des paramètres financiers suivants:
   - Taux d'escompte,
   - Ratio du prêt,
   - Taux d'intérêt du prêt,
   - Durée de prêt (années) et
   - L'index du cout d'usine

Les données de l'index du coût de l'usine pour le coût de l'équipement sont obtenues à partir de la documentation technique et basées sur les conditions techniques et économiques du passé. Par conséquent, l'indice Intratec Chemical Plant Construction (IC), un indice utilisé comme approximation pour mettre à jour les variations en capital des coûts d'une usine de produits chimiques qui tient compte de l'inflation/déflation des prix et des conditions économiques, est appliqué à l'outil BEFS RA. Cet indice est librement mis à jour et disponible sur (http://base.intratec.us/home/ic-index).

Pour cet exemple, les valeurs indiquées sur la Figure 12 ont été utilisées pour effectuer l'analyse.

5.5 Étape 5: Calcul du coût de production d'électricité

Après avoir saisi toutes les données nécessaires dans les Étapes 1 à 4, l'utilisateur clique sur le bouton "Coût de Production#" (Figure 13, étiquette 1).

Note: Cette section illustre également les budgets pour calculer les coûts de traitement. Ces calculs sont effectués automatiquement à l'aide des informations saisies par l'utilisateur dans les étapes précédentes. Ici, l'utilisateur peut les examiner (voir section 7.1 pour plus de détails).

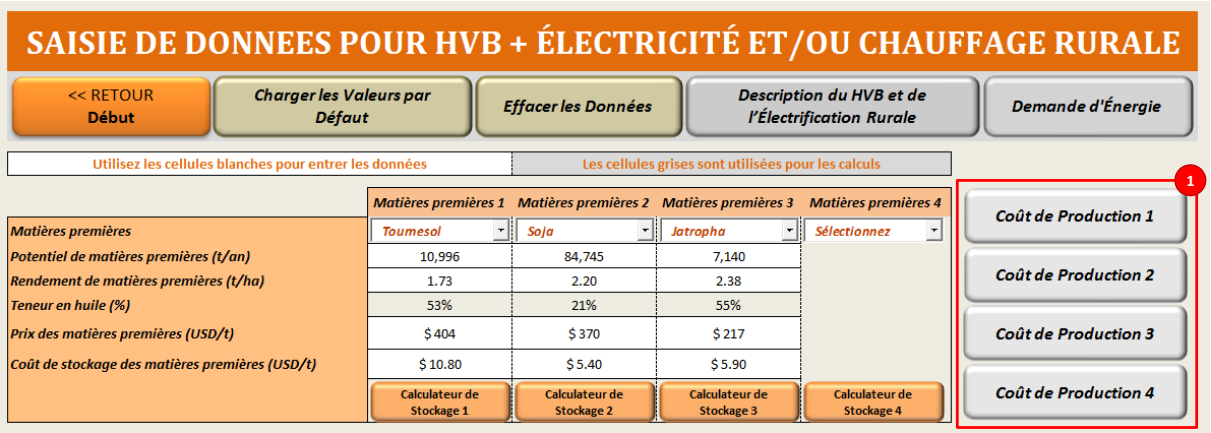


Figure 13: Calcul des Coûts de Production

Cela va amener l'utilisateur à la section du budget pour la matière première sélectionnée (Figure 14).

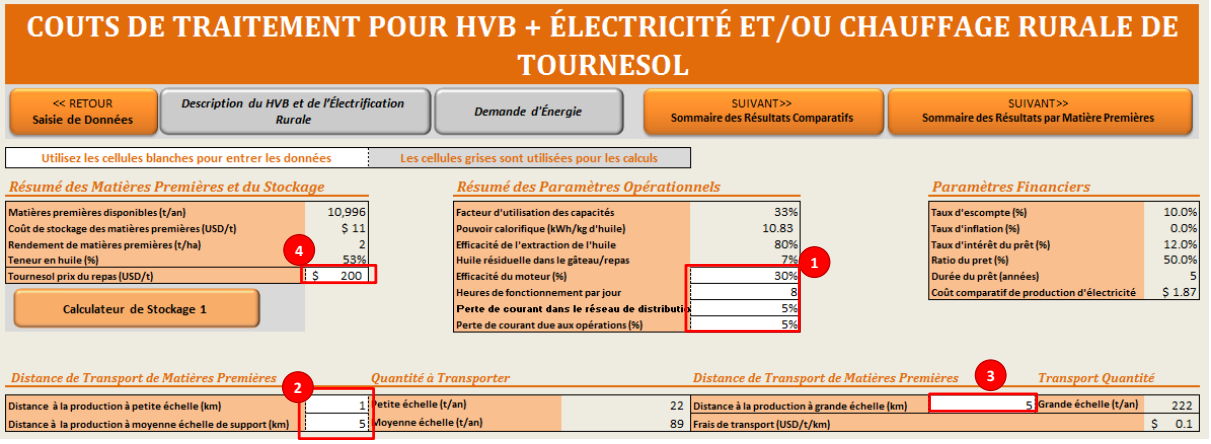

COUTS DE TRAITEMENT POUR HVB + ÉLECTRICITÉ ET/OU CHAUFFAGE RURALE DE TOURNESOL
<< RETOUR Saisie de Données
Description du HVB et de l'Électrification Rurale
Demande d'Énergie
SUIVANT>> Sommaire des Résultats Comparatifs
SUIVANT>> Sommaire des Résultats par Matière Premières
Utilisez les cellules blanches pour entrer les données
Les cellules grises sont utilisées pour les calculs
Résumé des Matières Premières et du Stockage
Matières premières disponibles (t/an) 10,996
Coût de stockage des matières premières (USD/t) $ 11
Rendement de matières premières (t/ha) 2
Teneur en huile (%) 53%
Tournesol prix du repas (USD/t) $ 200
4
Calculateur de Stockage 1
Résumé des Paramètres Opérationnels
Facteur d'utilisation des capacités 33%
Pouvoir calorifique (kWh/kg d'huile) 10.83
Efficacité de l'extraction de l'huile 80%
Huile résiduelle dans le gâteau/repas 7%
Efficacité du moteur (%) 30%
Heures de fonctionnement par jour 8
Perte de courant dans le réseau de distributi 5%
Perte de courant due aux opérations (%) 5%
1
Paramètres Financiers
Taux d'escompte (%) 10.0%
Taux d'inflation (%) 0.0%
Taux d'intérêt du prêt (%) 12.0%
Ratio du pret (%) 50.0%
Durée du prêt (années) 5
Coût comparatif de production d'électricité $ 1.87
Distance de Transport de Matières Premières
2
Distance à la production à petite échelle (km) 1
Distance à la production à moyenne échelle de support (km) 5
Quantité à Transporter
Petite échelle (t/an) 22
Moyenne échelle (t/an) 89
Distance de Transport de Matières Premières
3
Distance à la production à grande échelle (km) 5
Frais de transport (USD/t/km) $ 0.1
Transport Quantité
Grande échelle (t/an) 222

Figure 14: Les Coûts de Traitement pour l'Extraction de Pétrole et la Production d'Énergie

Dans cette feuille de calcul, l'utilisateur devra saisir des données supplémentaires dans les cellules blanches, en particulier:

1. **Pertes de courant dues aux opérations (%):** les pertes dues à une utilisation incorrecte du système moteur HVB. Ces pertes sont estimées à 15%. Cependant, l'utilisateur peut saisir directement son propre paramètre (Figure 14, étiquette 1).

Remarque: Il s'agit notamment de l'absence de contrôle et de suivi des unités de mesure pour contrôler la pression, les fuites d'air, ou de températures etc. Cela abaisse la puissance de la capacité de l'installation.

Conseils : Les horaires de fonctionnement doivent être liés à la demande en électricité d'une zone rurale spécifique - par exemple l'exploitation de six heures par jour dans la soirée pour répondre à la demande d'éclairage dans la zone rurale A.

2. **Heures de fonctionnement par jour:** L'utilisateur saisit les heures de fonctionnement par jour relatives au fonctionnement de l'installation d'électrification HVB. Les heures de fonctionnement quotidiennes sont utilisées pour calculer le total des heures annuelles d'exploitation et le facteur de capacité, en supposant que l'installation d'électrification HVB fonctionne 365 jours par an (Figure 14, étiquette 1).

Conseils: La perte de puissance dans la distribution du réseau électrique pourrait être utilisée comme approximation.

3. **Pertes de puissance dans le réseau de distribution (%):** L'utilisateur identifie la perte de puissance (%) dans le réseau de distribution. Si cette information n'est pas disponible la base de données suivante peut être utilisée: http://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.LOSS.ZS (The Wold Bank, n.d.) (Figure 14, étiquette 1).

4. **Efficacité du moteur (%):** L'efficacité typique d'un moteur diesel modifié en utilisant comme carburant HVB est de 25 à 35%. La valeur hypothétique est de 30% (Figure 14, étiquette 1).

5. **La distance de transport de la matière première à l'usine d'électrification HVB:** L'utilisateur identifie une distance estimée, en kilomètres, qui sera nécessaire pour le transport de la matière première. La distance de transport dépend de la disponibilité en biomasse dans une zone particulière et de la quantité de biomasse nécessaire pour chaque capacité de production (Figure 14, étiquettes 2 et 3).

Conseils : Les usines à petite capacité utilisent moins de biomasse par rapport aux usines de moyennes et grandes capacités. Par conséquent, la distance de transport pourrait être plus courte. Si la disponibilité en la biomasse dans cette zone est élevée et suffisante pour fournir toutes les échelles d'usines de production, alors les utilisateurs peuvent saisir la même distance de transport de matières premières pour toutes les capacités échelles de production.

6. **Le prix des coproduits :** L'utilisateur identifie le prix du marché en USD/t des sous-produits des tourteaux des matières premières sélectionnées. Dans ce cas, la valeur utilisée est de 200 USD/t (Figure 14, étiquette 4).

Une fois toutes les informations saisies, l'utilisateur doit cliquer sur "<<Retour Saisie de Données" pour revenir sur la feuille de données intitulée Saisie de Données. L'utilisateur peut procéder de la même manière pour toutes les matières premières.

Pour cet exemple, "Coût de Production 1" les valeurs du "Tournesol" ont été utilisés pour effectuer l'analyse:

Les pertes dues à l'exploitation (%) du courant:	**5%**
Les heures d'ouverture par jour:	**8**
Les pertes de courant dans le réseau de distribution (%):	**5%**
L'efficacité du moteur (%):	**30%**
La distance de transport de la matière première à l'usine HVB:	
Distance pour l'usine de petite capacité:	**1 km**
Distance pour l'usine de moyenne capacité:	**5 km**
Distance pour l'usine de grande capacité:	**10 km**
Les capacités de transport sont générées automatiquement:	
Usine de petite capacité:	**22 t par an**
Usine de moyenne capacité:	**89 t par an**
Usine de grande capacité:	**222 t par an**

Ces paramètres sont utilisés pour une analyse ultérieure.

6 Hypothèses et Limites de la *Composante HVB*

Avant de commencer l'analyse, l'utilisateur doit se familiariser avec les hypothèses et les limites de l'outil. Par conséquent, il devrait prendre ces limites en considération lors de l'analyse et surtout l'interprétation des résultats.

Les limites de la *Composante HVB* sont :

1. Trois capacités de production d'électricité sont considérées: 10kW, 40kW et 100kW.
2. La durée de vie de l'équipement est considérée à 20 ans pour l'analyse financière.
3. L'efficacité de l'extraction d'huile a été prédéfinie pour chaque option de matières premières.
4. L'usine d'électrification HVB est basée sur une option d'un petit réseau qui intègre la production locale, la transmission et la distribution d'électricité.
5. La quantité estimée de câble pour mettre en place le système de transmission et de distribution est estimée en supposant que 10 mètres de câble /ménage sont nécessaires.

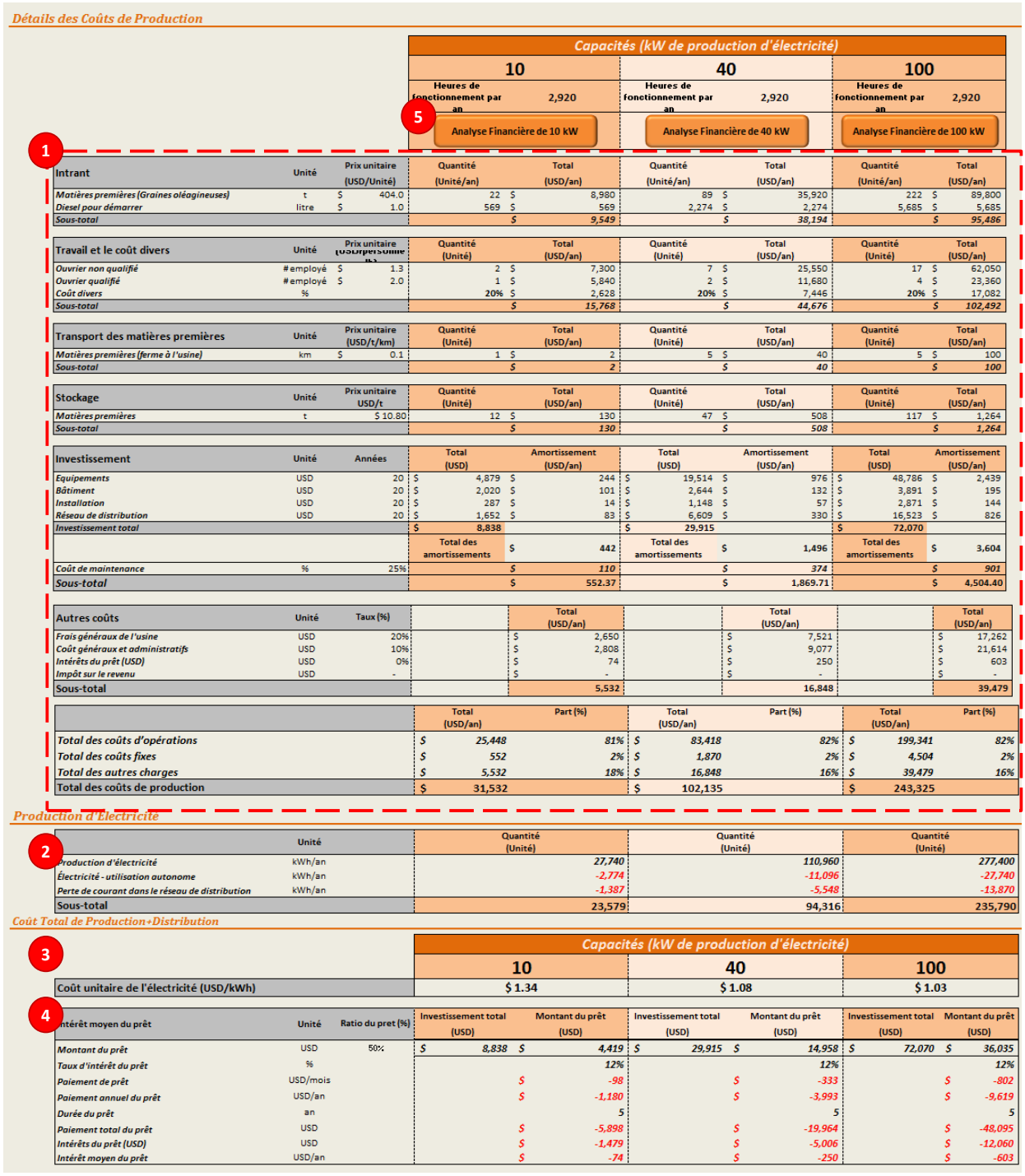
Les détails sur les hypothèses clés et équations des calculs sont présents en Annexe.

7 Les Résultats de la *Composante HVB*

7.1 Vue d'ensemble du calcul des coûts de production (facultatif)

Après que l'utilisateur entre toutes les données nécessaires (Étapes 1 à 5), il a le choix de revoir en détail les coûts de production comme montré dans la Figure 15. Cette feuille contient cinq principales sections, comme expliqué ci-dessous.

- **PARTIE 1** (Figure 15, étiquette 1) montre la répartition des coûts de production ainsi que les catégories suivantes : les intrants, la main-d'œuvre, le transport des matières premières, le stockage, l'investissement, les frais généraux de l'usine, les coûts généraux et administratifs, les intérêts d'emprunt et l'impôt sur le revenu. Les coûts totaux de production (USD/an) de trois capacités de production d'électricité (10kW, 40kW et 100kW) sont présentés pour l'analyse comparative.
- **PARTIE 2** (Figure 15, étiquette 2) montre le total net de génération de puissance électrique en kWh/an (à noter que la consommation à propre usage pour exécuter l'opération et la perte de puissance dans le réseau de transport et de distribution ont été soustraites). Ces valeurs sont utilisées pour calculer le chiffre d'affaires du système de production d'énergie HVB. Les résultats sont présentés pour les trois capacités de production d'énergie.
- **PARTIE 3** (Figure 15, étiquette 3) montre le coût de l'électricité (USD/kWh) pour les trois capacités de production d'électricité.
- **PARTIE 4** (Figure 15, étiquette 4) résume les détails du prêt, par exemple le montant du prêt, les intérêts sur emprunt, le paiement annuel du prêt, etc., pour l'analyse financière.
- **PARTIE 5** (Figure 15, étiquette 5) la touche "Analyse Financière" ouvre la feuille de calcul avec les détails sur l'analyse financière pour chaque système de production d'énergie.



Détails des Coûts de Production

	Capacités (kW de production d'électricité)		
	10	40	100
Heures de fonctionnement par an	2,920	2,920	2,920
5	Analyse Financière de 10 kW	Analyse Financière de 40 kW	Analyse Financière de 100 kW

1

Intrant	Unité	Prix unitaire (USD/Unité)	10 Quantité (Unité/an)	10 Total (USD/an)	40 Quantité (Unité/an)	40 Total (USD/an)	100 Quantité (Unité/an)	100 Total (USD/an)
Matières premières (Graines oléagineuses)	t	$ 404.0	22	$ 8,980	89	$ 35,920	222	$ 89,800
Diesel pour démarrer	litre	$ 1.0	569	$ 569	2,274	$ 2,274	5,685	$ 5,685
Sous-total				$ 9,549		$ 38,194		$ 95,486

Travail et le coût divers	Unité	Prix unitaire (USD/personne/h)	10 Quantité (Unité)	10 Total (USD/an)	40 Quantité (Unité)	40 Total (USD/an)	100 Quantité (Unité)	100 Total (USD/an)
Ouvrier non qualifié	# employé	$ 1.3	2	$ 7,300	7	$ 25,550	17	$ 62,050
Ouvrier qualifié	# employé	$ 2.0	1	$ 5,840	2	$ 11,680	4	$ 23,360
Coût divers	%		20%	$ 2,628	20%	$ 7,446	20%	$ 17,082
Sous-total				$ 15,768		$ 44,676		$ 102,492

Transport des matières premières	Unité	Prix unitaire (USD/t/km)	10 Quantité (Unité)	10 Total (USD/an)	40 Quantité (Unité)	40 Total (USD/an)	100 Quantité (Unité)	100 Total (USD/an)
Matières premières (ferme à l'usine)	km	$ 0.1	1	$ 2	5	$ 40	5	$ 100
Sous-total				$ 2		$ 40		$ 100

Stockage	Unité	Prix unitaire USD/t	10 Quantité (Unité)	10 Total (USD/an)	40 Quantité (Unité)	40 Total (USD/an)	100 Quantité (Unité)	100 Total (USD/an)
Matières premières	t	$ 10.80	12	$ 130	47	$ 508	117	$ 1,264
Sous-total				$ 130		$ 508		$ 1,264

Investissement	Unité	Années	10 Total (USD)	10 Amortissement (USD/an)	40 Total (USD)	40 Amortissement (USD/an)	100 Total (USD)	100 Amortissement (USD/an)
Equipements	USD	20	$ 4,879	$ 244	$ 19,514	$ 976	$ 48,786	$ 2,439
Bâtiment	USD	20	$ 2,020	$ 101	$ 2,644	$ 132	$ 3,891	$ 195
Installation	USD	20	$ 287	$ 14	$ 1,148	$ 57	$ 2,871	$ 144
Réseau de distribution	USD	20	$ 1,652	$ 83	$ 6,609	$ 330	$ 16,523	$ 826
Investissement total			$ 8,838		$ 29,915		$ 72,070	
			Total des amortissements	$ 442	Total des amortissements	$ 1,496	Total des amortissements	$ 3,604
Coût de maintenance	%	25%		$ 110		$ 374		$ 901
Sous-total				$ 552.37		$ 1,869.71		$ 4,504.40

Autres coûts	Unité	Taux (%)	10 Total (USD/an)	40 Total (USD/an)	100 Total (USD/an)
Frais généraux de l'usine	USD	20%	$ 2,650	$ 7,521	$ 17,262
Coût généraux et administratifs	USD	10%	$ 2,808	$ 9,077	$ 21,614
Intérêts du prêt (USD)	USD	0%	$ 74	$ 250	$ 603
Impôt sur le revenu	USD	-	$ -	$ -	$ -
Sous-total			5,532	16,848	39,479

	10 Total (USD/an)	10 Part (%)	40 Total (USD/an)	40 Part (%)	100 Total (USD/an)	100 Part (%)
Total des coûts d'opérations	$ 25,448	81%	$ 83,418	82%	$ 199,341	82%
Total des coûts fixes	$ 552	2%	$ 1,870	2%	$ 4,504	2%
Total des autres charges	$ 5,532	18%	$ 16,848	16%	$ 39,479	16%
Total des coûts de production	$ 31,532		$ 102,135		$ 243,325	

Production d'Electricité

2

	Unité	10 Quantité (Unité)	40 Quantité (Unité)	100 Quantité (Unité)
Production d'électricité	kWh/an	27,740	110,960	277,400
Électricité - utilisation autonome	kWh/an	-2,774	-11,096	-27,740
Perte de courant dans le réseau de distribution	kWh/an	-1,387	-5,548	-13,870
Sous-total		23,579	94,316	235,790

Coût Total de Production+Distribution

3

	Capacités (kW de production d'électricité)		
	10	40	100
Coût unitaire de l'électricité (USD/kWh)	$ 1.34	$ 1.08	$ 1.03

4

Intérêt moyen du prêt	Unité	Ratio du pret (%)	10 Investissement total (USD)	10 Montant du prêt (USD)	40 Investissement total (USD)	40 Montant du prêt (USD)	100 Investissement total (USD)	100 Montant du prêt (USD)
Montant du prêt	USD	50%	$ 8,838	$ 4,419	$ 29,915	$ 14,958	$ 72,070	$ 36,035
Taux d'intérêt du prêt	%			12%		12%		12%
Paiement de prêt	USD/mois			$ -98		$ -333		$ -802
Paiement annuel du prêt	USD/an			$ -1,180		$ -3,993		$ -9,619
Durée du prêt	an			5		5		5
Paiement total du prêt	USD			$ -5,898		$ -19,964		$ -48,095
Intérêts du prêt (USD)	USD			$ -1,479		$ -5,006		$ -12,060
Intérêt moyen du prêt	USD/an			$ -74		$ -250		$ -603

Figure 15: Détail des Coûts de Production de L'électricité par Capacité de Production d'Électricité

Pour cet exemple, le coût total de production d'électricité lors de l'utilisation de HVB du tournesol pour exécuter une capacité de 10 kW est 32,699 USD/an et le coût unitaire de l'électricité est estimé à 1.39 USD/kWh. La production totale d'énergie est 23,579 kWh/an.

Pour d'autres capacités prédéfinies, se référer à la Figure 15.

7.2 Le sommaire des résultats sur les matières premières

L'information résumée présentée dans cette section vise à aider l'utilisateur dans le processus de prise de décision afin d'appuyer le développement de systèmes de production d'énergie à base d'HVB dans le pays. Les résultats visent à répondre aux questions suivantes :

- Quels sont les coûts de production et le coût d'investissement par kWh?
- Quelle quantité de matière première oléo-chimique est nécessaire pour soutenir chacune des échelles de production d'électricité analysée dans l'outil?
- Quelle superficie de terres est nécessaire pour répondre aux besoins en matières premières?
- Quels est le nombre potentiel d'usines de production d'énergie HVB qui peuvent être développées sur la base de la disponibilité en matières premières au niveau national?
- Combien de ménages peuvent avoir accès à l'électricité grâce à des systèmes de production d'énergie à partir d'HVB?
- Combien d'emplois peuvent être créés à travers le déploiement de systèmes de production d'énergie à partir d'HVB?
- Quelle est la viabilité financière des différents systèmes de production d'électricité issu d'HVB en termes de matière première et de capacité de production ?
- Quel type de matière première est plus approprié pour promouvoir le développement de systèmes de production d'énergie électrique issu d'HVB?

Les résultats pour la *Composante HVB* sont divisés selon trois grandes catégories: les Coûts de Production et d'Investissements; les Résultats d'Exploitation ; et d'Analyse Financière.

1. L'utilisateur sélectionne d'abord la matière première qui doit être examinée, à partir du menu déroulant (Figure 16, étiquette 1). Les résultats relatifs à cette matière première seront ainsi générés.
2. Les résultats sur les coûts de production et les investissements sont présentés comme suit :
   - Le coût de production et distribution d'électricité (USD par kWh) (Figure 16, étiquette 2). L'utilisateur peut comparer le coût de production pour le prix de l'électricité (le résultat de la méthode sélectionnée dans l'Étape 3).
   - La répartition des coûts de production (%) (Figure 16, étiquette 3).
   - Le coût total de l'investissement (USD) du système HVB pour chaque capacité de production d'électricité (Figure 16, étiquette 4).
3. En outre, l'utilisateur peut inclure les recettes des coproduits car cela a un impact sur les coûts de production totaux. *Cette option ne apparaît que pour les matières premières pour lesquelles les sous-produits des tourteaux peuvent être obtenus* (Figure 16, étiquette 5).

Guidance: Seules les matières premières oléo-chimiques suivantes peuvent produire des sous-produits de tourteaux comestibles pouvant être commercialisées: tournesol, soja et colza. Les ressources restantes produisent les tourteaux extraits qui ont d'autres applications éventuelles (ex : engrais) mais ne seront pas traitées dans cet outil.

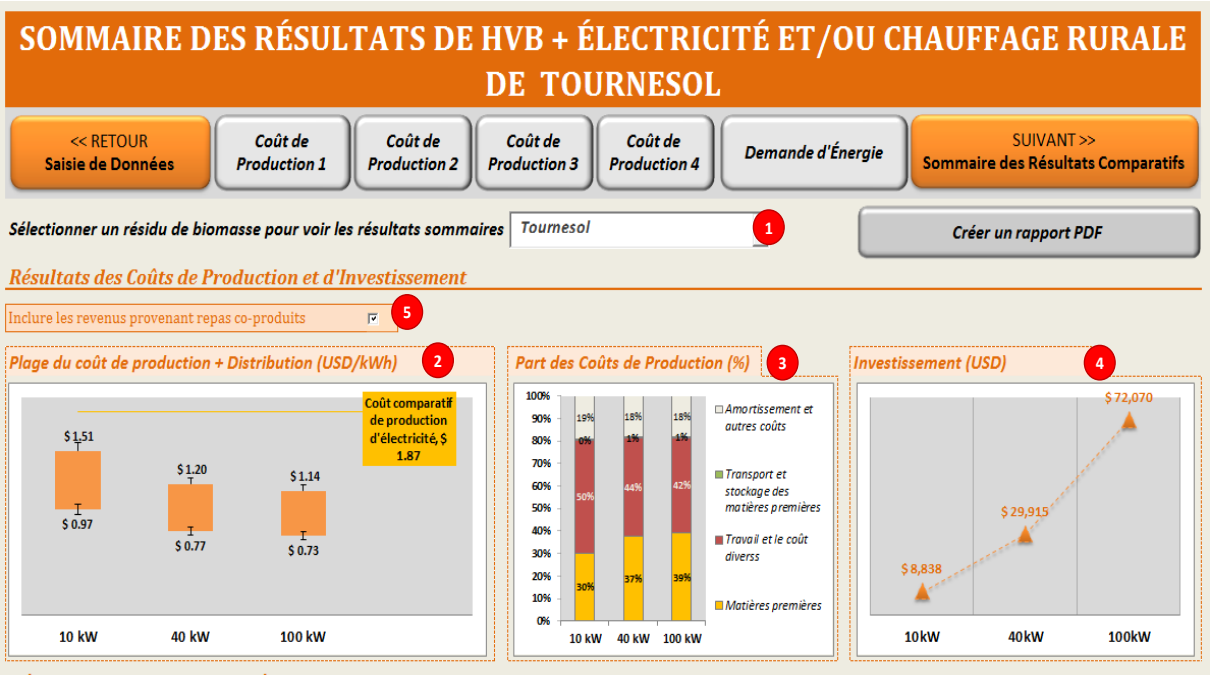


Figure 16: Les Résultats au Coût de Production et d'Investissement

Dans l'exemple du tournesol, le coût de production inclut les coûts de distribution de 10 kW qui sont compris entre 0.97 à 1.51 USD par kWh. Ces coûts unitaires sont plus faibles que le prix de l'électricité de 1.87 USD/kWh (Méthode 1 à l'Étape 3 a été sélectionné). Par conséquent, cette usine est un investissement possible et attrayant. Le coût d'investissement total de 10 kW est 8,838 USD. Pour d'autres capacités prédéfinies se référer à la Figure 16.

4. Les résultats techniques et opérationnels sont présentés comme suit:
   - Matières premières nécessaires à l'exploitation de chacune des capacités de production (t par an) (Figure 17, étiquette 1).
   - Superficies nécessaires pour produire suffisamment de biomasse pour opérer les systèmes de production d'énergie électrique issus d'HVB (hectares) (Figure 17, étiquette 2).
   - Nombre d'installations d'électrification HVB, sur la base de la disponibilité en matières premières oléo-chimiques (Figure 17, étiquette 3).
   - Nombre de ménages qui peuvent être approvisionnés en électricité par les différents systèmes de production (Figure 17, étiquette 4).
   - Nombre total d'emplois qui peuvent être créés par la mise en œuvre des systèmes de production électriques issue d'HVB analysés par l'outil (Figure 17, étiquette 5).

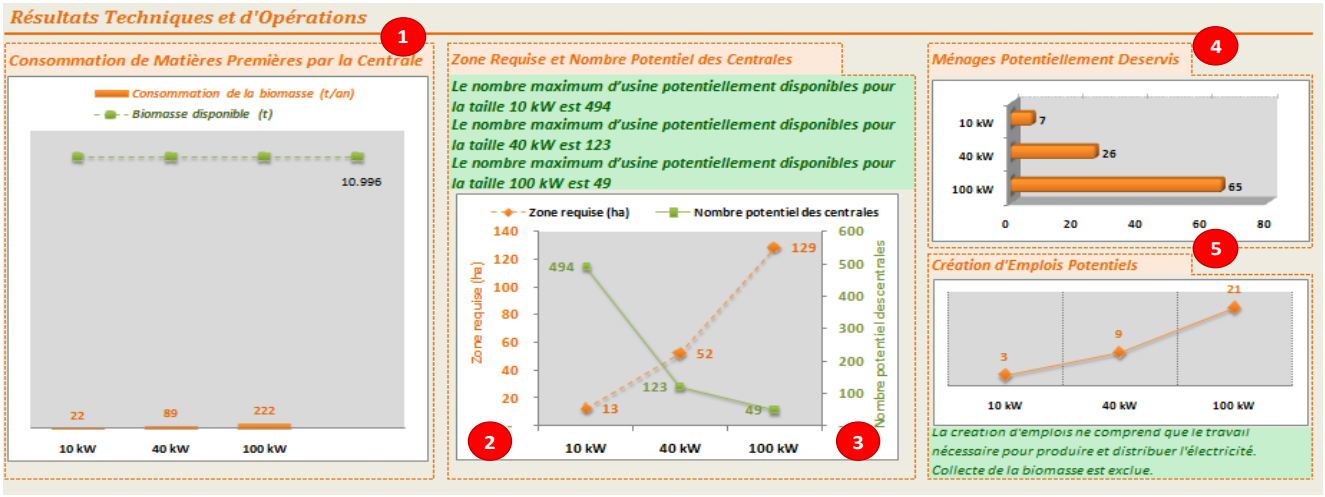


Figure 17: Les Résultats d'Exploitation

Dans l'exemple du tournesol, la matière première disponible est 10,996 t par an; ce qui est suffisant pour fournir de la matière première pour les trois capacités de production. Compte tenu de la disponibilité en matières premières, une superficie d'environ 13 hectares est requise pour potentiellement fournir 494 usines de production d'énergie électrique de 10 kW de capacité. Le développement d'une usine de production d'énergie électrique HVB de 10 kW peut fournir de l'énergie à 7 ménages. De plus, la création d'emplois potentiels d'une usine HVB de 10 kW est de trois emplois pour faire fonctionner l'usine. Donc, si les 494 usines sont développées, environ 1,560 emplois seraient créés.

Pour plus de résultats sur les implications pour les autres capacités prédéfinies, se référer à la Figure 17.

5. Les résultats de l'analyse financière (avant impôt) sont:
   - Valeur Actuelle Nette (VAN) (Figure 18, étiquette 1)
   - Taux de Rendement Interne (TRI) (Figure 18, étiquette 2)

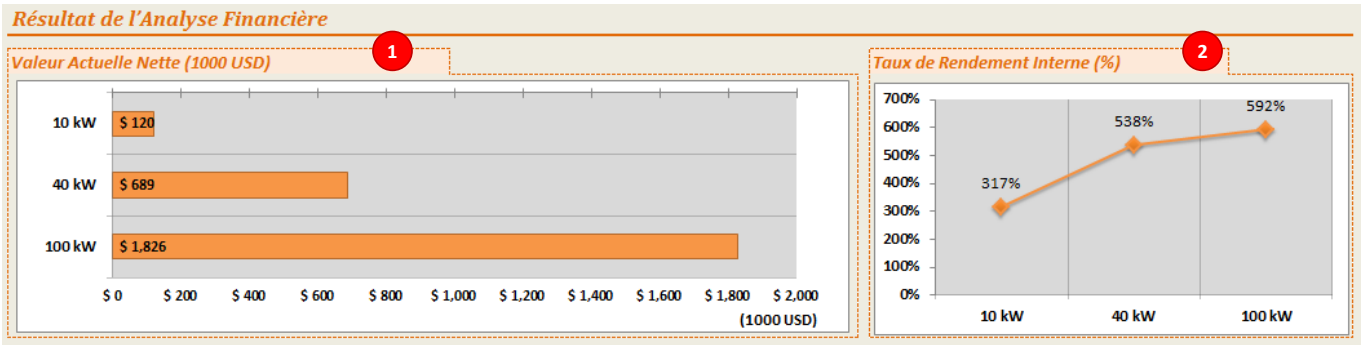


Figure 18: Résultats de l'Analyse Financière

Pour l'exemple du tournesol, la valeur actualisée nette (VAN) et le taux de rendement interne (TRI) de toutes les capacités de l'usine sont positifs comme le montre la Figure 18. On peut en conclure qu'utiliser le tournesol pour l'électrification via HVB est possible pour la production d'énergie pour toutes les capacités d'usine (Figure 18).

L'utilisateur peut sauvegarder et imprimer les résultats en format PDF en utilisant "Créer un Rapport PDF» et en suivant les instructions (Figure 16, étiquette A).

7.3 Le résumé des résultats comparatifs

L'information présentée dans cette section vise à aider l'utilisateur dans le processus de prise de décision pour appuyer le développement de la biomasse de type HVB pour la production d'électricité dans les zones rurales à partir de quatre types de matières premières.

1. L'utilisateur commence par sélectionner la ressource de matières premières qu'il désire revoir en cliquant dessus. Les résultats concernant cette matière première lui seront fournis.
2. Les résultats de la comparaison sont présentés sur:
   - Comparaison des coûts de production par type de matière première (Figure 19, étiquette 1).
   - La production d'électricité nette et le pourcentage total de la capacité potentielle (usine qui fonctionne 24 heures par jour) qui est actuellement utilisé selon chacune des matières premières sélectionnées (Figure 19, étiquette 2).
   - Le nombre potentiel d'usines de production d'énergie électrique HVB qui peuvent être développées selon les matières premières utilisées (Figure 19, étiquette 3).
   - Le nombre total d'emplois qui peut être créé (Figure 19, étiquette 4).
   - Le nombre total de ménages qui peuvent être approvisionnés (Figure 19, étiquette 5).
   - Comparaison VAN (avant taxes) entre les options de matières premières (Figure 19, étiquette 4).
   - Comparaison TRI (avant taxes) entre les options de matières premières (Figure 19, étiquette 5).

Conseils: Ces résultats peuvent aider à identifier le type de matière première et l'échelle de production qui est la plus viable et qui devrait être encouragée pour le système HVB.

L'utilisateur peut sauvegarder les résultats en format PDF, en cliquant sur la touche "Créer un rapport PDF» et en suivant les instructions (Figure 19, étiquette A).

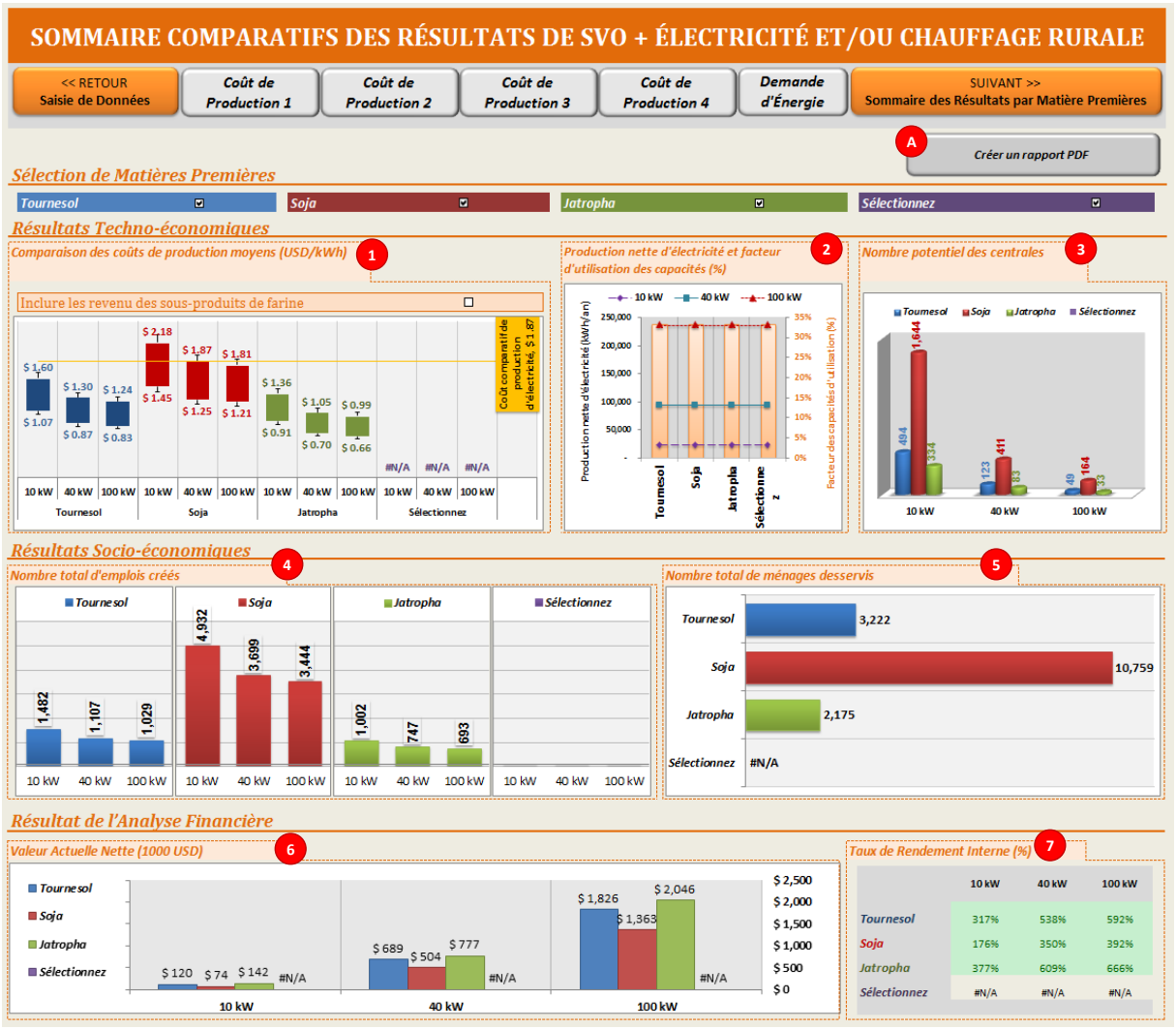


Figure 19: Mise en Page des Résultats Comparatifs

Pour cet exemple, le coût de production d'électricité pour l'utilisation de soja en tant que matière première est le plus élevé pour toutes les capacités d'usine. Le tournesol et le jatropha ont le plus faible coût de production. En particulier, l'ensemble des matières premières fournissent un VAN et IRR positive comme le montre la Figure 19. De cette analyse, l'utilisateur peut conclure que :

1. **Le tournesol, le soja et le jatropha sont toutes des alternatives possibles de matières premières pour la production d'énergie pour les trois capacités de production.**
2. **Le revenu le plus élevé peut être obtenu en utilisant le jatropha comme matière première ; par contre moins d'usine peuvent être développées.**
3. **Le soja est la matière première qui est plus largement disponible pour appuyer le développement d'un plus grand nombre d'usine d'électrification.**

8 Annexe

8.1 Méthodologie et résultats

Cette section décrit les méthodes intégrées dans la *Composante HVB*. Elle comprend également une description des équations qui appuient l'analyse. Les équations ne sont pas visibles à l'utilisateur, mais leur structure et leur contenu peuvent être important pour ceux qui vont actualiser et/ou travailler sur l'amélioration de l'outil.

8.1.1 Le calcul des coûts des intrants requis

Les intrants requis sont constitués du coût des matières premières (biomasse), et le coût du carburant diesel. Les équations utilisées pour effectuer les calculs des coûts pour ces éléments sont présentées dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Équations des Coûts des Intrants

Élément	Equation et Hypothèses	Remarques
Quantité de matière première	QF = PG / [rendement du moteur PC x OE x OC x (1-pertes de courant dues aux opérations)] où: QF est la quantité de matière première (t par an) PG est la production d'électricité (kWh par an) OE est l'efficacité de l'extraction de pétrole (%) OC est la teneur en huile (en %) PC est le potentiel de conversion de courant (en kWh par kg de matières premières)	Le PC est modifié en fonction de la nature de la matière première. Une perte de courant due à l'exploitation est hypothétiquement établie à 15%. L'efficacité de l'extraction de pétrole et de la teneur en huile dépendent de la matière première sélectionnée
Consommation en diesel pour démarrer	C = 50% x PC OP / (10.7 x rendement du moteur) où: PC est la capacité de production d'électricité (kW) OP est l'heure de la période d'opération (heures par année) DS est la consommation spécifique en diesel (kWh par litre)	Les PC sont 10kW, 40kW et 100kW de capacité La valeur par défaut de l'OP est de 365 heures par an (1 heure par jour) La valeur par défaut de DS est de 3,33. la valeur calorifique du carburant diesel est 10.7 kWh/l
Total des coûts des intrants	TIC = (QF x Cf) + (DC x Cd) où: TIC est le coût total (USD par an) QF est la quantité de matière première (t par an) DC est la consommation en diesel (litres par an) Cf est le coût unitaire de la matière première (USD par t) Cd est le coût unitaire du diesel (USD par litre)	
Production d'électricité (PG) (kWh par an)	Capacité de puissance (kW) x heures de fonctionnement par an, lorsque, les heures de fonctionnement par an = heures de fonctionnement par jour x 365 jours par an	Les heures de fonctionnement par an entrées par l'utilisateur.

Pour calculer la consommation en biomasse comme matière première

La quantité de matière première est calculée sur la base de la production d'énergie en kWh/an et la conversion de l'énergie de la biomasse en électricité par le système de HVB.

$$\text{L'efficacité du moteur (\%)} = \frac{\text{puissance électrique}}{\text{Entré d'énergie}}$$

$$= \frac{(\text{Capacité de la puissance (kW)x heures de fonctionnement (h / an)})}{(\text{potential de conversion de puissance } \left(\frac{\text{kWh}}{\text{kg de biomasse}}\right) \text{x consommation de la biomasse(kg / an)})}$$

où:

$$\text{potential de conversion de puissance} = \text{Pouvoir calorifique HVB}\left(\frac{\text{MJ}}{\text{kg HVB}}\right) \text{x} \frac{1\text{kWh}}{3.6\text{ MJ}}$$

Par conséquent, la consommation de la biomasse (kg/an) est calculé par :

$$= \frac{\text{Capacité de puissance (kW) x heures de fonctionnement}\left(\frac{\text{h}}{\text{an}}\right)}{\text{Potentiel de conversion de puissance } \left(\frac{\text{kWh}}{\text{kg HVB}}\right) \text{ x le rendement du moteur (\%)d'huile x rendement d'extraction (\%)x teneur en huile(\%)x(Pertes energie en raison de l'exploitation (\%))}}$$

Cependant, la production d'énergie réelle prend en compte les pertes de puissance. Ces pertes sont dues à une utilisation incorrecte du système de moteur HVB. Il s'agit notamment de l'absence de contrôle et de suivi des unités de mesure de pression de gaz, des fuites d'air, ou de températures etc. Par conséquent, ces causes abaissent la puissance de la capacité de l'installation. Ces pertes sont estimées à 5%.

Par conséquent, la consommation de la biomasse (kg/an) est égale à :

$$\frac{\text{Capacité de puissance (kW) x heures de fonctionnement}\left(\frac{\text{h}}{\text{an}}\right)}{\text{Potentiel de conversion de puissance } \left(\frac{\text{kWh}}{\text{kg HVB}}\right) \text{ x le rendement du moteur (\%) x rendement d'extraction d'huile (\%) x teneur en huile(\%)}}$$

8.1.2 Le calcul des coûts de la main-d'œuvre nécessaire

Cette étape présente les équations et les hypothèses de calcul de la main-d'œuvre et des coûts divers en fonction de la capacité de production d'électricité, comme indiqué dans le Tableau 3.

Tableau 3 : Coûts de la Main-d'œuvre et Équations de Coûts Divers

Élément	Equation et Hypothèse	Remarque
Nombre de travailleurs non-qualifiés	Capacité de 10 kW : 1 personne Capacité de 40kW : 3 personnes Capacité de 100 kW : 6 personnes	(Nouni et al., 2007) (Dasappa, Subbukrishna, Suresh, Paul, & Prabhu, 2011)
Nombre de travailleurs qualifiés	Capacité de 10 kW : 1 personne Capacité de 40kW : 1 personne Capacité de 100 kW : 2 personnes	(Dasappa et al., 2011)
Coût total de la main-d'œuvre non-qualifiée (USD par an)	Le coût unitaire de la main-d'œuvre non-qualifiée x nombre de travailleurs non-qualifiés x heures de fonctionnement par an	Le coût unitaire de la main-d'œuvre non-qualifiée (USD /personne/heure) Entrée par l'utilisateur dans "Saisie de Données" Les heures de fonctionnement par an sont les mêmes que dans le Tableau 3.
Coût total de la main-d'œuvre qualifiée (USD par an)	Le coût unitaire de la main-d'œuvre qualifiée x le nombre de travailleurs qualifiés x heures de fonctionnement par an	Le coût unitaire de main-d'œuvre qualifiée (USD/ personne/heure) Intrants saisis par l'utilisateur dans "Saisie de Données" Heures de fonctionnement par an sont les mêmes que dans le Tableau 3.
Coût Divers (USD par an)	Pourcentage du coût divers (%) x (coût total de la main-d'œuvre non-qualifiée + coût total de la main-d'œuvre qualifiée)	Le pourcentage de coûts divers est entré par l'utilisateur. La valeur par défaut est de 10%.
Le coût total de la main-d'œuvre (USD par an)	Coût totale de la main d'œuvre non-qualifiée + coût totale de main-d'œuvre qualifiée + coût divers	

A noter que les coûts divers comprennent des prestations de travail, la santé et d'assurance-vie, les fournitures d'exploitation et / ou les frais de laboratoire (le cas échéant).

8.1.3 Le calcul des coûts de transports

Cette étape présente les équations des calculs de coûts de transport, comme indiqué dans le Tableau 4.

Tableau 4 : Transport d'Équations de Coûts de Matières Premières

Élément	Equation et Hypothèse	Remarque
Transport de matières premières (champ de planter) (USD par an)	coût unitaire de transport X la distance de transport x QF où: QF est la quantité de matière première (t par an)	Le coût unitaire de transport (USD/t/jour/km) et la distance de transport (km) entré par l'utilisateur QF est calculé dans le Tableau 2.

8.1.4 Le calcul des coûts de stockage

Le Tableau 5 présente les équations de calcul pour estimer le coût de stockage.

Tableau 5 : Équations des Coûts de Stockage

Élément	Equation et Hypothèse	Remarque
Capacité de stockage (t/an)	Les estimations de la capacité de stockage sont dans la feuille de calcul ''Calculateur de Stockage"	
Les frais de stockage (USD par an)	Capacité de stockage x Coût unitaire de stockage	Le coût de stockage par unité (USD/t/jour) est entré par l'utilisateur sur la base des conseils fournis dans le manuel.

8.1.5 Calcul des coûts fixes

Les coûts fixes comportent les coûts associés avec des équipements, la construction, l'installation et le réseau de distribution. Le Tableau 6 présente les équations et les hypothèses utilisées pour calculer les coûts fixes et les coûts d'amortissements.

Tableau 6 : Équations de Coûts Fixes

Élément	Equation et Hypothèse	Remarque
Coût des équipements (CE) (USD)	La base de données des détails des coûts est fournie et ajustée en tenant compte de l'équipement de remplacement qui a une durée de vie inférieure à la durée de vie du projet. Le coût se compose du processus de prétraitement du système HVB, du système de nettoyage des gaz, du système de moteurs. CE à la période actuelle = CE (année de référence) x [indice du coût de l'usine (période en cours)/Indice du coût de l'usine (année de base)]	(The World Bank 2009) (Bouffaron, Castagno et al. 2012) (Wiskerke, Dornburg et al. 2010) (SCENARIO GLOBAL ENERGY 1999; Rordorf 2011) L'indice du coût de l'usine (période en cours) entré par l'utilisateur.
Coût de construction (BC) (USD)	Le coût comprend : la construction du système HVB, le moteur diesel modifié, la réserve d'eau, et les travaux de génie civil. BC à la période actuelle = BC (année de référence) x [indice du coût de l'usine (période en cours) / Indice du coût de l'usine (année de base)]	L'indice du coût de l'usine (période en cours) entrée par l'utilisateur.
Coût d'installation (IC) (USD)	La base de données des coûts est fournie, y compris : étude de faisabilité, développement et ingénierie, installation, montage, mise en service, formation, frais de port, douane, assurance, dédouanement, etc. IC à la période actuelle = IC (années de base) x [indice du coût de l'usine (la période en cours) / Indice du coût de l'usine (année de base)]	(The World Bank 2009) (Bouffaron, Castagno et al. 2012) (Wiskerke, Dornburg et al. 2010) (SCENARIO GLOBAL ENERGY 1999; Rordorf 2011) L'indice du coût de l'usine (période en cours) entré par l'utilisateur.
Coût du réseau de distribution (USD)	(27,1 x capacités de la puissance (kW)) + (7,5 x10 x nombre de ménages qui ont accès à l'électricité) où: Raccordement et mise à la terre: 27.1 USD / kW. Câble électrique primaire: 7,5 USD / m longueur de câble d'électricité moyenne: 10 m/ménage	(Bouffaron, Castagno, & Herold, 2012)(Wiskerke, Dornburg, Rubanza, Malimbwi, & Faaij, 2010)
Investissement total (USD)	Coût de l'équipement + coût de construction + coût installation + coût du réseau de distribution	
Amortissement de l'équipement, (USD par an)	Coût de l'équipement, divisé par la durée de vie du projet	Méthode de calcul de l'amortissement linéaire
Amortissement de la construction (USD par an)	Coût de construction divisé par la durée de vie du projet	Méthode de calcul de l'amortissement linéaire
Amortissement de l'installation (USD par an)	Coût d'installation divisé par la durée de vie du projet	Méthode de calcul de l'amortissement linéaire
Amortissement du réseau de distribution (USD par an)	Coût du réseau de distribution divisé par la durée de vie du projet	Méthode de calcul de l'amortissement linéaire
Total des amortissements (USD par an)	Amortissement des équipements + Amortissements du bâtiment + Amortissements Installation + amortissement du réseau de distribution	Méthode de calcul de l'amortissement linéaire
Coût de l'entretien (USD par an)	Pourcentage du coût d'entretien (%) x total des amortissements	Le pourcentage de coûts d'entretien est entré par l'utilisateur. La valeur par défaut est de 10%.
Total coûts fixes (USD par an)	coût d'entretien + total des amortissements	

Notez: L'indice du coût de l'usine est utilisé pour mettre à jour le coût des équipements, de la construction et de l'installation à la période actuelle. Pour plus d'informations, visiter le site:
http://en.wikipedia.org/wiki/Chemical_plant_cost_indexes
L'hypothèse de cet outil est que l'indice du coût de l'usine peut être appliqué à tout type et taille d'usine. Il fournit une approximation acceptable pour mettre à jour les coûts d'investissement.

8.1.6 Calcul des autres coûts

Les frais généraux de l'usine sont définis comme des frais de la production des services, des installations, et des frais généraux liés aux salaires. Les coûts généraux et administratifs incluent les loyers, les assurances, les salaires des gestionnaires, d'administrateurs et de la direction. Le Tableau 7 présente les équations permettant de calculer les coûts associés aux frais généraux de l'usine, le coût général et administratif, le paiement d'intérêt moyen des prêts et l'impôt.

Tableau 7 : Autres Équations

Élément	Équation et Hypothèse	Remarque
Frais généraux d'usine (USD par an)	Pourcentage des frais généraux de l'usine (%) x (coût total de la main-d'œuvre + du coût entretien)	Le pourcentage de frais généraux de l'usine est entré par l'utilisateur. La valeur par défaut est de 30%.
Coûts généraux et administratifs (USD par an)	Pourcentage des frais généraux et administratifs (%) x (Total des coûts des intrants + coût Coûts de la main-d'œuvre + entretien total + Frais généraux d'usine)	Le pourcentage des coûts généraux et administratifs est entré par l'utilisateur. La valeur par défaut est de 5%.
Moyenne des paiements des intérêts sur les prêts (USD par an)	• Montant du prêt = taux de prêt (%) x coût total de l'investissement • Paiement du prêt (USD / mois) = PMT ([taux d'intérêt du prêt /12], [Durée du prêt 12x], le montant du prêt) • Paiement annuel du prêt = paiement du prêt (USD/ mois) x 12 mois • Paiement total du prêt = termes de paiement de prêt annuel x de prêt • Paiement des intérêts du prêt = paiement total du prêt - montant du prêt • Paiement moyen des intérêts du prêt = paiement de l'intérêt du prêt divisé par la durée de vie du projet	Le PMT est une fonction financière dans Microsoft Excel pour le calcul du paiement d'un prêt basé sur des versements fixes et un taux d'intérêt constant.

8.1.7 Le calcul du coût total de production et du coût par unité d'électricité

Le Tableau 8 présente les équations de calcul des coûts totaux d'exploitation, total des coûts fixes, et le total des autres coûts. Les résultats finaux de ces coûts sont utilisés pour calculer le coût de l'électricité et le coût de production par unité par kWh.

Tableau 8 : Total des Équations des Coûts de Production

Élément	Équation et Hypothèses	Remarque
Total des coûts d'exploitation (USD par an)	Coût annuel des intrants + coût annuel de la main-d'œuvre + frais de transport + coût annuel de stockage	
Total des frais fixes (USD par an)	l'amortissement des coûts fixes + coût annuel d'entretien	
Total des autres coûts (USD par an)	frais généraux annuels de l'usine + frais annuels généraux et d'administration + le paiement du prêt annuel + impôt sur le revenu annuel	
Coût total de production (USD par an)	Total des coûts d'exploitation + Total des coûts fixes + total des autres coûts	
Coût de production par kWh	Coût de production total divisé par la production d'électricité	L'équation de production d'électricité (kWh par an) est présentée dans le tableau 3

8.1.8 Calcul du chiffre d'affaires du projet

Le Tableau 9 présente les équations pour calculer les revenus potentiels du système de production d'énergie issue d'HVB.

Tableau 9 : Équations sur les Revenus Potentiels

Élément	Équation et Hypothèses	Remarque
Revenus potentiels (USD par an)	[La production d'énergie –consommation à propre usage d'électricité - perte de puissance dans le réseau de distribution] x Prix de l'électricité où: La perte de puissance dans le réseau de distribution (%) x puissance produite	La production d'énergie électrique même que dans le tableau 3 La consommation à propre usage d'électricité (kWh par an) est estimée être 10% de la production d'électricité. l'utilisateur entre à l'étape 4 la répartition de la perte de puissance
Prix de l'électricité (USD / kWh)	l'utilisateur sélectionne la méthode 1 ou 2 pour définir le prix de l'électricité payé par le client	Les données entrées par l'utilisateur dans la feuille ''saisies de données''

8.2 Les données requises pour utiliser l'outil

Le Tableau 10 comprend les données requises pour utiliser la *Composante HVB*.

Tableau 10 : Les Données Requises pour Utiliser l'Outil

Donnée	Définition et Sources
Matières premières oléo-chimiques	l'utilisateur sélectionne les matières premières oléo-chimiques pour l'analyse
Prix des matières premières	Si le prix de la matière première n'est pas disponible, l'utilisateur a besoin d'informations sur les salaires-horaires des travailleurs qualifiés et non-qualifiés (USD/employé/heure) et la quantité de carburant des machines généralement consommée dans des opérations agricoles ou forestières pour calculer une approximation de cette valeur.
Prix du diesel	L'utilisateur entre le prix actuel du diesel (USD/litre).
Coût de stockage de matières premières (USD la tonne).	L'utilisateur identifie le coût de stockage de la matière première. L'utilisateur peut saisir les prix courants du stockage des produits agricoles dans le pays. Si cette information n'est pas disponible, l'utilisateur peut estimer le type de stockage disponible dans le pays et utiliser le coût global estimé pour la construction de ce type de stockage qui est fourni dans l'outil. De plus, la taille du lieu de stockage ou d'un conteneur est estimée en utilisant le calculateur de stockage de la biomasse.
Taux de sécurité des matières premières en réserve (%)	C'est le pourcentage de matière première oléo-chimique nécessaire pour assurer l'approvisionnement continu afin de faire face à une incertitude de production causée par la disponibilité saisonnière limitée, les inondations, la sécheresse et d'autres facteurs. Cette valeur définit le pourcentage de la biomasse qui devrait être mis en réserve pour utiliser la centrale pendant les périodes de pénurie.
L'utilisateur sélectionne l'option pour identifier le prix de l'électricité payé par le client (USD / kWh).	L'utilisateur définit cette valeur en entrant dans chaque calculateur de stockage de la biomasse. Cette valeur définit le pourcentage de la biomasse qui devrait être réservé à exploiter la centrale pendant les périodes de pénurie.
Coût du travail de la main-d'œuvre	Travailleurs qualifiés et non-qualifiés en USD/employé /heure.
Heures de travail pour la collecte de la matière première	Les heures de travail pour la collecte de matière première pour la méthode manuelle et mécanisée.
Coût du transport de la matière première (point de collecte (champ) à l'usine) en USD/ tonne/ kilomètre.	Coût du transport de la matière première à partir du point de la collecte (ou champ) à l'usine HVB, l'utilisateur entre le coût du transport en USD/ tonne/ kilomètre. Si le transport se fait à pied ou en vélo, l'utilisateur peut inclure ce coût dans le coût de la collecte de la matière première. Alternativement, l'utilisateur estime le coût en utilisant le coût de la main-d'œuvre par heure, temps de travail, la quantité de matériau qui peut être transporté et les kilomètres approximatifs qui peuvent être parcourus en fonction de la méthode choisie.
Distance de transport de la matière première à l'usine de HVB en kilomètres par la capacité de production	La distance de transport est déterminée sur la base de la disponibilité en biomasse dans une zone particulière par rapport à la quantité nécessaire pour faire fonctionner chaque capacité de

d'électricité	production d'énergie.
Heures de fonctionnement par jour pour le système de production d'énergie électrique HVB.	L'utilisateur fournit une estimation du nombre d'heures par jour durant lequel le système devrait fonctionner. La plupart des documents indiquent que les systèmes de production électrique HVB ne fonctionnent que pour quelques heures pendant la journée, par exemple dans les cas où le système fournit uniquement de l'électricité aux ménages le système HVB fonctionnera pendant 4 heures durant la nuit. L'utilisateur peut déterminer cette valeur en fonction des demandes d'énergie potentielles.
Perte de puissance dans le réseau de distribution (%).	Cette information peut être la perte de courant dans le réseau électrique national. Alternativement, un lien est prévu pour accéder à la base de données de la Banque mondiale qui compile les pertes de distribution nationale. http://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.LOSS.ZS
Perte de puissance due à l'exploitation (%).	L'utilisateur estime les pertes dues à l'exploitation. Ces pertes sont dues à une utilisation incorrecte du système de moteur HVB. Il s'agit notamment de l'absence de contrôle et de suivi des unités de mesure de pression de gaz, la composition du gaz, les fuites d'air, ou à des températures etc.
Efficacité du moteur diesel modifié (%)	Ce paramètre est fourni par le fabricant de moteur diesel modifié.
Paramètres des coûts	Pourcentage du coût de l'installation des usines, des coûts généraux et administratifs, des coûts de maintenance et les coûts divers.
Paramètres financiers	Taux d'inflation (%) Taux d'actualisation (%) Taux du prêt (%) Taux d'intérêt du prêt (%) Durée du prêt (années), Indice du coût de l'usine http://base.intratec.us/home/ic-index
Demande d'électricité par ménage.	Les données entrées par l'utilisateur sont issues du module *Situation du Pays*. La consommation d'électricité sera estimée en fonction du type d'appareils généralement utilisés dans un ménage rural, la quantité de ces appareils par ménage rural et la moyenne des heures de fonctionnement des appareils. A noter que cette valeur sera utilisée comme une approximation pour déterminer le nombre de foyers potentiels qui peuvent être électrifiés. Une analyse plus détaillée et localisée en fonction des profils de la demande d'énergie et le cadre de temps devra être réalisée pour la planification et la mise en œuvre d'un système HVB adéquat.

9 Références

Agriculture and Rural Development of Alberta. (2014). "Bushel / Tonne Converter." from http://www.agriculture.alberta.ca/app19/calc/crop/bushel2tonne.jsp.

Bart, J. C. J., N. Palmeri, et al. (2010). Biodiesel science and technology: From soil to oil, CRC Press Taylor & Francis Group.

Bouffaron, P., F. Castagno, et al. (2012). "Straight vegetable oil from Jatropha curcas L. for rural electrification in Mali–A techno-economic assessment." Biomass and Bioenergy **37**: 298-308.

Mailer, R. J. (2004). OILSEEDS | Overview. Encyclopedia of Grain Science. C. Wrigley. Oxford, Elsevier**:** 380-385.

Rordorf, J. (2011). Opportunities for a sustainable rural energy supply through renewable energies in developing countries. Master-Programme Sustainability and Quality Management. Berlin, Germany, Berlin School of Economics and Law - Institute of Management Berlin. **MSc:** 156.

SCENARIO GLOBAL ENERGY (1999). "PART II BIO-ENERGY OPTIONS AND RURAL INDIA." INDIA INFRASTRUCTURE REPORT 2007 **1979**: 165.

State of Michigan. (2003). "Grain Bins and Tanks." from http://www.michigan.gov/documents/Vol1-27GrainBinsandTanks_120836_7.pdf.

The World Bank (2009). Pacific Islands Coconut Oil Power Generation: A how-to guide for small stationary engines, Asia Sustainable and Alternative Energy Program**:** 47.

Wiskerke, W., V. Dornburg, et al. (2010). "Cost/benefit analysis of biomass energy supply options for rural smallholders in the semi-arid eastern part of Shinyanga Region in Tanzania." Renewable and Sustainable Energy Reviews **14**(1): 148-165.